
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 08755244 8





DIE

INGENIEURTECHNIK

IM ALTERTHUM.

DIE

INGENIEURTECHNIK

IM ALTERTHUM.

VON

CURT MERCKEL
INGENIEUR.

MIT 261 ABBILDUNGEN IM TEXT UND EINER KARTE.



BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1899.

Vorwort.

Das vorliegende Werk ist aus jahrelangen Studien hervorgegangen. Die Liebe zu meinem Fache war die Ursache, dass ich mich mit dessen geschichtlicher Entwicklung beschäftigte. Das Ergebniss dieser Thätigkeit trug ich den Fachgenossen in dem Hamburger Architekten- und Ingenieur-Verein an den Vereinsabenden vor, und die diesen Vorträgen entgegengebrachte Zustimmung liess erkennen, dass das Interesse für die Geschichte der Ingenieurtechnik in weiteren Kreisen vorhanden ist. Auf Veranlassung der Vorsitzenden des Vereins, der Herren Baudirektor Zimmermann und Civilingenieur Kaemp, habe ich im Wintersemester 1896/97 zwanzig öffentliche Vorträge über „Die Geschichte der Ingenieurtechnik und des Verkehrs im Alterthume“ gehalten, und dieses Vortragsmaterial in Verbindung mit den früheren Studien hat den Hauptstoff zu dem vorliegenden Werke geliefert.

Wie ich bei dessen Abfassung immer mehr erkannt habe, liegt, entgegen der im allgemeinen herrschenden Anschauung, für eine Geschichte der Ingenieurtechnik des Alterthums ein ausserordentlich umfangreiches Material vor, doch ist dessen Auffindung nicht immer ganz leicht, und häufig muss der Zufall bei dem Aufspüren der Quellen in günstiger Weise mitwirken. Ich habe die sich mir darbietenden Spuren nach Möglichkeit verfolgt, aber ich bin mir wohl bewusst, dass das vorliegende Werk nichtsdestoweniger zahlreiche Lücken aufweist, deren Ausfüllung einer späteren Zeit vorbehalten werden muss. Ich glaubte, dass es für die weitere Durchforschung der Geschichte der Ingenieurtechnik mancherlei Erleichterung gewähren müsste, einen grösseren Theil des betreffenden Materials zusammengetragen zu finden, und es würde mich daher freuen, wenn ich durch mein Werk zu einem regeren Studium der geschichtlichen Seite der Ingenieurtechnik den Anlass gegeben haben sollte.

Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Verlagsbuchhandlung ist es möglich gewesen, das Buch mit einer grossen Zahl wohlgelungener Abbildungen auszuschmücken, die in hohem Maſse geeignet sind, den Text zu ergänzen und in dieser Eigenschaft einen werthvollen Theil des Werkes bilden. Leider gelangten einzelne Bücher, (so die Werke von Cassas: Voyage pittoresque de la Syrie,

de la Phénice, de la Palaestine et de la Basse Aegypte; Voyage pittoresque et historique de l'Istrie et de la Dalmatie sowie **Pacho**: Relation d'un voyage dans la Marmarique, Cyrénaique etc.) so spät in meine Hände, dass es nicht mehr möglich war, ihre schönen Darstellungen zu benutzen.

Sollte das Werk das Glück haben, den Beifall der Leser zu finden, so würde diese Zustimmung mir den Muth geben, auf dem eingeschlagenen Wege fortzuschreiten und diesem Bande weitere folgen zu lassen, welche die Geschichte der Ingenieurtechnik im Mittelalter und in der Neuzeit zu behandeln hätten.

Am Schlusse der Veröffentlichung meines ersten, vor nunmehr zehn Jahren gehaltenen Vortrages „Ueber die Geschichte der Technik“ schrieb ich in der deutschen Bauzeitung: „Zu bedauern ist es, dass es noch nicht ein einziges Geschichtswerk über das gesammte Ingenieurwesen giebt. Ein solches Werk müsste sich bei der Fülle des unbedingt vorhandenen Stoffes in hohem Grade interessant gestalten lassen und würde gewiss allgemeinen Anklang bei den Ingenieuren finden, da auch diese sicherlich gern einmal erfahren würden:

„Wie vor uns ein weiser Mann gedacht,
Und wie wir's dann zuletzt so herrlich weit gebracht.“

Damals wagte ich kaum zu hoffen, dass die am Schluss jenes Vortrages von Herrn Oberingenieur F. **Andreas Meyer** an mich gerichteten Worte einst thatsächlich in Erfüllung gehen sollten, und es mir beschieden sein würde, diesen Versuch zu unternehmen. Möge derselbe nicht misslungen sein!

Hamburg, December 1898.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Verzeichniss der Abbildungen nebst Quellennachweis.

Berichtigungen.

S. 118. Zeile 21 von oben muss es heissen: 9 Jahrh. statt 8. Jahrh.

S. 170. Zeile 29 von unten: Kaiser Trajan statt Censor Appius Claudius.

S. 179. Zeile 3 von oben: u n t e r Trajan statt v o n Trajan.

S. 230 muss es heissen:

1. viae Aurelia vetus et nova, Cornelia et triumphalis statt via Aurelia.
2. viae Clodia, Annia, Cassia, Cimina, tres Traianae, Amerina, statt via Clodia.
6. viae statt via.
7. " " "
10. via Traiana, Aurelia, Aeclanensis statt via Traiana.

S. 232. Zeile 19 von unten: Ptolemäern statt Aegyptern

S. 414. Zeile 22 von unten: a. Chr. statt v. Chr.

S. 522. Abb. 204 muss es heissen: Virgo statt Virgine.
Appia statt Apia.

Einleitung.

1. Wesen und Wirkungen der Ingenieurtechnik.

Unter Technik versteht man im Allgemeinen die Kunst- und Gewerbethätigkeit, sie umfasst jedoch auch das Eingreifen der Menschen in die Naturgewalten. Telford, der grosse englische Ingenieur, definirte die Ingenieurtechnik als die Kunst, die grossen Kraftquellen der Natur dem Menschen zum Nutzen und zur Annehmlichkeit dienstbar zu machen.

In dem Wesen der Technik liegt es, dass dieselbe zu allen Zeiten eine einflussreiche Wirkung auf die Verhältnisse der Menschen ausübte. Wir haben uns gewöhnt, die Gestaltung der neuesten Zeit in erster Reihe den Errungenschaften auf technischem Gebiete, insbesondere der ausserordentlichen Ausbildung der Verkehrsmittel zuzuschreiben, aber wir haben uns bisher wenig mit der Frage beschäftigt, ob nicht auch schon in früheren Perioden die Technik für die Entwickelung der Menschheit von massgebender Bedeutung war. Bereits in frühen Zeiten hat die Technik durch ihre Schöpfungen gestaltend auf die Entwickelung der Völker eingewirkt. Ohne Uebertreibung kann behauptet werden, dass der Fortbestand des hohen Kulturzustandes einer grossen Reihe antiker Länder (genannt seien: die Euphrat- und Tigrisländer, Aegypten, Syrien) in erster Linie durch die Schöpfungen auf dem Gebiete des Wasserbaues bedingt war. Eine Vernachlässigung oder Zerstörung dieser Werke hatte, wie uns die Geschichte in klarster Weise zeigt, ausnahmslos den Untergang der betreffenden Reiche im Gefolge. Flächen, die einst infolge der Bewässerung in Blumengärten und Kornkammern verwandelt waren, liegen heute verödet dar. Nur die Technik vermag hier wieder neues Leben entstehen zu lassen.

Der Einfluss der Technik in früheren Zeiten kommt uns naturgemäss weniger zum Bewusstsein als derjenige, den dieselbe in unserer Zeit ausübt.

In der Gegenwart vermag Jeder, der sehen kann und will, diesen gestaltenden Einfluss zu erkennen. In ungeahnter Art und Weise hat dieser Zweig der menschlichen Thätigkeit in alle Verhältnisse eingegriffen und gleich-

sam vor unseren Augen eine vollständige Veränderung derselben bewirkt. Ob zum Guten oder Bösen ist allerdings eine Frage, die eine sehr verschiedenartige Beurtheilung erfährt. Während der Eine nicht Worte genug finden kann, um die Errungenschaften der Neuzeit in den glänzendsten Farben zu schildern, sieht der Andere in dem Erreichten nur eine Quelle zahlreicher verderblicher Uebel, die Ursache socialer Krankheiten der schlimmsten und scheinbar unheilbarsten Art, die in ihren Folgen den Untergang aller Kultur herbeiführen müssen, und es drängt sich daher von selbst die Frage auf: Uebt die Technik stets eine kulturfördernde Wirkung aus?

Niemand vermag zu leugnen, dass in gewissen Perioden die Technik einen ausserordentlich fördernden und somit günstigen Einfluss auf die Kultur ausgeübt hat; braucht doch hier nur daran erinnert zu werden, dass ohne Technik das Dasein der Menschen sich niemals über das der Thiere zu erheben vermocht hätte. Die Schaffung der Werkzeuge gab dem Menschen das Mittel zur besseren Gestaltung seines Lebens; sie ermöglichten die Hervorbringung Hunderter von Gegenständen, die geeignet waren, die Verhältnisse und Gewohnheiten des Menschen nach den verschiedensten Richtungen hin zu verändern, auszubilden und zu verbessern und somit bewirkten, dass der Mensch sich allmählich auf eine höhere Stufe der Gesittung erhob.

Fasst man die Kultur einseitig dahin auf, unter derselben ausschliesslich die Veredelung des Menschen durch Entwickelung der entsprechenden Anlagen und Fähigkeiten zu verstehen, d. h. die seelischen Eigenschaften des Menschen möglichst zur Ausbildung zu bringen, so erscheint es zunächst allerdings fraglich, ob die Technik einen heilsamen Einfluss in unserer Zeit mit ihrem ungeheuren Fabrikbetrieb und den hierdurch geschaffenen socialen Uebelständen ausübt. Ein Kulturfortschritt in dem Sinne einer Veredelung der Menschen ist nur möglich, wenn es gelingt, einen immer grösseren Bruchtheil der Menschen auf eine höhere Stufe der Bildung zu heben, wobei unter Bildung nicht in erster Linie eine Anhäufung wissenschaftlicher Kenntnisse, sondern vielmehr eine Ausbildung der Menschen in Bezug auf ihr Gefühls- und Gemüthsleben zu verstehen ist. Eine Ausbildung der Menschen nach dieser Seite hin ist unter Absehen von Ausnahmen im Grossen und Ganzen nur denkbar bei einer materiellen Lage, die den Menschen wenigstens nicht unmittelbar Noth leiden lässt. Die schwere Aufgabe, die zu lösen ist, besteht daher darin, mit zunehmender Bevölkerung nicht eine Verschlechterung in den Lebensverhältnissen eintreten zu lassen, vielmehr hierin eine stetige Verbesserung zu bewirken. Hieraus dürfte zu folgern sein, dass alle jene Mittel, die eine Besserung der materiellen Lage der Menschen zu Wege zu bringen vermögen, auch indirekt dazu beitragen, einen günstigen Einfluss auf die Veredelung des Menschengeschlechts auszuüben.

Kann der Nachweis geliefert werden, dass die moderne Technik durch ihre fortschreitende Entwickelung eine Verbesserung in der materiellen Lage

der Menschen herbeigeführt hat, so dürfte auch der Beweis dafür erbracht sein, dass dieselbe im weitesten Sinne kulturfördernd wirkt, wobei allerdings nicht ausgeschlossen ist, dass dieser günstige Einfluss durch andere Ursachen wieder aufgehoben wird. Der Kulturfortschritt ist das Produkt eines ungeheuer komplicirten Processes, eines unaufhörlichen Kampfes der widerstrebendsten Interessen und Bestrebungen. Derselbe bedingt nicht nur eine Erhaltung, wenn nicht gar eine Verbesserung der Lebenshaltung, des sogenannten „standard of life", sondern hat auch eine immer weitergehende Ausbildung der Menschen in geistiger Beziehung im Gefolge. Diese weitergehende geistige Ausbildung hat ihre zwei ausserordentlich verschiedenen Wirkungen. Sie ermöglicht den betreffenden Menschen eine Antheilnahme an Dingen, die ihnen vorher verschlossen waren, und sie ist andererseits zunächst nicht weitgehend genug, um dieselben vor Trugschlüssen und falschen Anschauungen zu bewahren. Und gerade an dieser Stelle erhebt sich die Frage: Hat die Technik durch die Schaffung unserer modernen Lebensverhältnisse nicht unheilvoll gewirkt, indem sie die Umgestaltung in den Lebensverhältnissen und die Umwandlung in den Anschauungen einer ungeheuren Zahl von Menschen im Gefolge gehabt hat? Die patriarchalischen Verhältnisse, das Gefühl der Unterordnung sind verschwunden, an ihre Stelle scheinen Zügellosigkeit und das Gefühl der Unbotmässigkeit und Ueberhebung getreten zu sein.

Das Auftreten ähnlicher Erscheinungen zeigt uns die Geschichte stets im Anschluss an so weitgehende Umgestaltungen in den Lebensverhältnissen der Menschen, wie sie in unserem Jahrhundert durch die Ausnutzung der Dampfmaschine und die Einführung der Eisenbahnen bewirkt worden sind; können doch derartige Processe nicht ohne die stärkste Rückwirkung auf die geistigen Anschauungen bleiben. Wenn man einerseits mit Stolz und Recht behaupten kann, dass ein Watt und ein Stephenson einen eben so weit reichenden Einfluss auf die geistigen Anschauungen der Menschheit ausgeübt haben als ein Luther und Voltaire, so muss man allerdings auch andererseits zugeben, dass viel Wahres in dem Ausspruch jenes russischen Schriftstellers liegt, der da sagt:

„Früher war der Glaube kräftig, Berge zu versetzen, heute ist's das Geld. Nicht jene Fischer und Apostel führen heutzutage die Menschheit, sondern Männer wie Lesseps und Stephenson, nicht eine Bergpredigt voll heisser Bruderliebe, sondern Aktien mit sicheren Coupons sind das hervorragende Element, — das ist's."

Unser Jahrhundert ist gewiss in vieler Beziehung ein Zeitraum, in welchem die materialistische Anschauung eine weite Verbreitung gefunden hat, aber einem vollständigen Verkennen würde es gleichkommen, wollte man behaupten, dass unserer Zeit ausschliesslich die Richtung auf Gewinn und Eigennutz eigen sei. Der Umstand, dass in einem nie dagewesenen Grade das Bestreben herrscht, die gewonnenen vielfachen Kenntnisse und die Einsicht in die Naturvorgänge

für das praktische Leben unmittelbar auszunutzen, kann der Jetztzeit gewiss nicht zum Vorwurf gemacht werden, verdankt doch die Menschheit diesem Bestreben zahlreiche segensreiche Neuerungen.

Wir vernehmen so häufig die Behauptung, dass unsere Zeit eine so viel schlechtere sei wie die sogenannte gute alte Zeit, und wir hören fortwährend die moderne Technik mit ihren Folgen dafür verantwortlich machen, so dass wir schliesslich an der Richtigkeit dieser Behauptung nicht mehr zu zweifeln wagen. Die Schilderungen, welche uns aus der guten alten Zeit vorgeführt werden, und die in einer Beschreibung der patriarchalischen Verhältnisse, der guten Sitten, der Gleichmässigkeit des Lebens gipfeln, lassen in uns keinen Zweifel darüber, dass unsere Zeit mit ihrer nervösen Ueberstürzung, der ungelösten socialen Frage und den auf die Spitze getriebenen Verhältnissen aller Art gegen diese gute alte Zeit weit zurücksteht. Wir dürfen aber allerdings dabei nicht an die in früheren Zeiten selbst in civilisirten Ländern nicht selten aufgetretenen Hungersnöthe denken, wir müssen absehen von all' jenen Verbesserungen, die uns die moderne Zeit auf dem Gebiete des Verkehrs und der öffentlichen Gesundheitspflege gebracht hat, da sonst die gute alte Zeit von ihrem Glanze ausserordentlich viel verlieren würde.

Wohl niemals ist soviel für die öffentliche Wohlfahrt geleistet worden, wie in der Jetztzeit, und gerade dieses Bestreben erfährt durch die Technik die nachhaltigste Förderung. Und um die Bedeutung der Technik für die Menschheit, insbesondere diejenige der Ingenieurtechnik, klar hervortreten zu lassen, sollen nachstehend einige bemerkenswerthe Resultate derselben angeführt werden.

Werfen wir zunächst einen Blick auf eine der bedeutendsten Schöpfungen der Ingenieurtechnik, auf den Weg, und zwar in seiner vollendetsten Gestalt, auf den Schienenweg. Der Tag, es ist der 6. Oktober 1829, an welchem das berühmte Lokomotiv-Wettrennen zu Rainhill begann, wird für alle Zeiten einer der bemerkenswerthesten Tage in der Geschichte der Menschheit bleiben. Für die Technik und insbesondere für das Ingenieurwesen ist dieser Tag einer der glänzendsten, zeigte derselbe doch so recht deutlich, wie viel die Technik für das gesammte Menschengeschlecht zu leisten vermag. Während noch gegen Mitte des vergangenen Jahrhunderts die Reise von London nach Edinburgh, eine Entfernung, die derjenigen von Hamburg nach Prag gleichkommt, für die Hin- und Rückreise den sechsmonatlichen Lohn eines Schmiedegesellen verschlang, betragen gegenwärtig diese Kosten etwas mehr als einen Wochenlohn. Durch diese ausserordentliche Verbilligung hat das Ingenieurwesen allerdings bewirkt, dass die Menschen das Land verlassen können und in die Städte ziehen; die Ingenieurtechnik allein hat es aber auch möglich gemacht, dass die Menschen nach vollbrachter Arbeit aus der Stadt hinaus und dem Lande zuströmen können. Während in den antiken Millionenstädten die Einwohner in den dumpfen Mauern verweilen mussten, da dem Alterthum eine Ausbildung des städtischen Schnellverkehrs unbekannt war, hat heute dieser

Verkehr eine ungeahnte Entwickelung und Ausbildung aufzuweisen. Namentlich die amerikanischen Städte sind es, die, begünstigt durch den einheitlichen billigen Tarifsatz der Bahnen, eine ungeheure Verkehrsentwickelung zeigen. Für New York betrug die Verkehrsziffer des Jahres 1871 129 783 450 = rund 130 Millionen, im Jahre 1895 war dieselbe bereits auf 469 Millionen angestiegen, d. h. täglich wurden durchschnittlich etwa 1⅓ Millionen Menschen mit den Verkehrsmitteln befördert. Diese schnelle und billige Beförderung der Menschen aus dem Stadtinnern nach den Vororten, ein Gebiet, welches noch einer weiteren Ausbildung unterliegen wird, hat in socialer und sanitärer Beziehung eine ausserordentliche Wichtigkeit und muss unbedingt als ein bedeutender Fortschritt und als ein Hauptfaktor in der kulturellen Entwickelung bezeichnet werden. An dieser Stelle dürfte auch des Zweirads zu gedenken sein, von welcher Maschine in Amerika in dem einen Jahre 1895 über 400 000 Stück abgesetzt worden sind. Die in den modernen Grossstädten eingetretene Verschiebung in den Wohnverhältnissen, die sich dadurch kundgiebt, dass die Zahl der in dem Stadtkern wohnenden Menschen beständig abnimmt, ist nur durch die Ausbildung des städtischen Schnellverkehrs möglich geworden.

Während früher gleichsam die Parole lauten konnte „Langsam und doch nicht sicher“, kann heute mit Recht gesagt werden „Schnell und sicher“. Denn es ist nachzuweisen, dass der Procentsatz der durch unsere modernen Verkehrsmittel verunglückenden Menschen ein weit niedrigerer ist als zu jener Zeit, in welcher die Kutsche das erste Verkehrsmittel bildete. Lag es früher während gewisser Zeitperioden geradezu im Interesse der massgebenden Kreise, die Passirbarkeit der Wege nicht zu verbessern, so sind heute alle Sinne darauf gerichtet, wie die Leistungsfähigkeit der Wege immer mehr erhöht werden kann. Nach dem in Deutschland einst geübten, berüchtigten Grundruhrecht stand dem Grundherrn das Eigenthum an allen jenen Gütern zu, welche bei einem Achsenbruch oder einem Umfallen des Wagens den Boden berührten. Solche Rechtsverhältnisse mussten nicht nur den lähmendsten Einfluss auf den Verkehr ausüben, sie verhüteten nicht nur die Entstehung besserer Wege, sondern sie bewirkten auch, dass man den Wagen möglichst niedrige Räder gab, wodurch die Leistungsfähigkeit noch weiter beeinträchtigt wurde. Kaum können wir uns einen krasseren Gegensatz denken, als den mühselig auf den schlechtesten Wegen dahin schleichenden Wagen im Mittelalter und den mit allen Bequemlichkeiten ausgestatteten, mit rasender Geschwindigkeit dahinsausenden Eilzug. Unsere modernen Verkehrsmittel erlauben, selbst bei geringer zur Verfügung stehender Zeit jene herrlichen Gegenden unserer Erde aufzusuchen, deren Anblick in früheren Zeiten nur Wenigen vergönnt war und deren Erreichung nicht nur mit ungeheuren Kosten, sondern auch mit den grössten Unbequemlichkeiten und Gefahren verknüpft war. Die durch die Dampfmaschine bewirkte ungeheure Vermehrung der Arbeitskraft gestattet es heute selbst dem wenig Bemittelten, sich Annehmlichkeiten zu verschaffen,

an welche in früheren Zeiten nur der wirklich Reiche zu denken wagte. Während noch im 17. Jahrhundert selbst Edelleute nicht viel mehr als Bett, Tisch, Stuhl und Truhe besassen, da alle Gegenstände des Luxus infolge der hohen Transportkosten, die bei der ausserordentlich schlechten Beschaffenheit der Wege sehr erklärlich sind, nur von Wenigen erworben werden konnten, finden wir heute Tausende von Arbeiterwohnungen nicht nur mit einem Sopha ausgestattet, sondern in unzähligen Fällen weisen dieselben auch Schmuckgegenstände der verschiedensten Art auf.

Es klingt kaum glaublich, was wir über die Geringfügigkeit des Gewichts der bis gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts wöchentlich zu Lande von Manchester nach Liverpool transportirten Güter und über die Höhe der Transportkosten hören. Die grosse Höhe der Letzteren war eine Folge der schlechten Wegebeschaffenheit und wirkte als Prohibitivzoll. Heute sind diese beiden Städte nicht nur durch Eisenbahnen verbunden, sondern die moderne Ingenieurtechnik hat einen Kanal geschaffen, der selbst den Seeschiffen die Erreichung der Stadt Manchester ermöglicht.

Die Schaffung der Verkehrsmittel aller Art, in erster Linie der Eisenbahnen in Verbindung mit der Ausnutzung des Dampfes überhaupt, hat eine ganz ausserordentliche Preisermässigung für unzählige Dinge ermöglicht.

Die eingetretene Vermehrung der den Menschen zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte durch die Dampfmaschine und andere Kraftmotore hat naturgemäss eine grosse Verringerung der Arbeitskosten und somit der Kosten der Dinge selbst bewirkt. Die kolossale Kraftvermehrung, die den Menschen durch die Nutzbarmachung der Steinkohle in der Dampfmaschine zugeführt worden ist, veranschlagte Reuleaux bereits im Jahre 1885 auf 125 Millionen Männerstärken, eine Zahl, die heute eine weitere, ganz ausserordentliche Steigerung erfahren hat.

Die grosse Verbilligung zahlloser Gegenstände erscheint erklärlich, wenn wir erfahren, dass, während früher eine geübte Tüllarbeiterin pro Minute etwa 5 Maschen anfertigen konnte, heute mit der Bobbinet-Maschine 25000 Maschen in derselben Zeit hergestellt werden. Während mit der Buchdruckhandpresse etwa 200 Abdrücke in der Stunde erzielt wurden, besorgt eine Cylinderdruckmaschine in dieser Zeit 25000 derselben.

Zu der bedeutenden Preisermässigung, man kann wohl sagen aller Gegenstände, trägt nicht unwesentlich auch die in unzähligen Betrieben eingeführte grosse Arbeitstheilung bei. Den hierdurch erreichten grossen Vortheilen in technischer und finanzieller Beziehung stehen allerdings mancherlei Nachtheile, so die grosse Einseitigkeit der Arbeit und der Ausbildung des Arbeiters, gegenüber.

Aeussert sich auch der Einfluss der Maschinen, in erster Linie der Kraftmaschinen, äusserlich nur in einer reinen Verbilligung, so ist der tiefer gehende Effekt dieses Moments in kultureller Beziehung doch ein sehr weitgehender,

so dass die Technik und insbesondere die wissenschaftliche Technik als eine Hauptträgerin der Kultur anzusehen ist.

Wenn nicht selten die Meinung ausgesprochen wird, dass als einziges, wirksames Heilmittel der socialen Uebelstände unserer Zeit die Wiederausderweltschaffung des modernen Ingenieurwesens, insbesondere des Maschinenwesens, zu betrachten sei, so darf hierbei nicht vergessen werden, dass ein solches Radikalmittel einem Verzicht auf Dinge gleichkäme, die nicht zum wenigsten als ein Hauptreiz unseres Lebens bezeichnet werden müssen. Wir sehnen uns wohl ab und zu nach dem Klange des Posthorns und nach den sagenhaften, patriarchalischen Verhältnissen früherer Zeiten zurück, vergessen aber wohl regelmässig, uns in Gedanken von all' dem loszureissen, was wir hierbei wieder von uns weisen müssten.

Wenn ferner häufig die Ansicht vertreten wird, dass durch die Einführung einer immer grösseren Anzahl von Maschinen eine immer grössere Anzahl von Menschen arbeits- und somit brotlos werden müsse, so trifft diese Anschauung im Allgemeinen gleichfalls nicht zu.

Die Einführung des Maschinenbetriebes hat im Gegentheil die Möglichkeit gegeben, mehr Menschen zu beschäftigen, als solches je in früheren Zeiten der Fall gewesen ist. Es ist dieses lediglich dadurch möglich geworden, dass durch die Maschinen der Werth der Gegenstände so ausserordentlich gesunken ist, dass Kreise, die früher für den Erwerb vieler Waaren überhaupt nicht in Frage kamen, heute Konsumenten geworden sind. Wollte man diesen enorm gestiegenen Konsum durch Wiedereinführung der Handarbeit befriedigen, so würde allerdings zunächst die Gelegenheit zur Einstellung von vielen Millionen Arbeitern in diese Betriebe gegeben sein, aber es wäre doch bloss denkbar, dass entweder diese Arbeiter einen ausserordentlich niedrigen Lohn erhielten, der zu ihrer Ernährung überhaupt nicht ausreichte, oder aber, dass die Preise der Waare um ein Vielfaches erhöht werden müssten. Das Letztere würde bewirken, dass der Konsum rapide zurückginge, wodurch wiederum Millionen von Arbeitern brotlos werden müssten und noch viel schlimmere Verhältnisse herbeigeführt würden, als wir sie in der Jetztzeit glauben beklagen zu müssen.

Bemerkenswerth ist es auch, dass in der Zeit des häuslichen Gewerbebetriebes, also vor Schaffung der Dampfmaschinen, in Grossbritannien die grosse Menge Paupers entstand. Der vierte Theil des Budgets musste schliesslich für Unterstützung derselben verwandt werden. Diese Gewerbetreibenden mussten zum grössten Theil in engen, niedrigen Arbeitsräumen ohne Luft und Licht ihre Arbeit bei schlechter Nahrung verrichten. Aberglauben, Materialdiebstahl, Trunkenheit und zahlreiche sonstige Laster waren in einem hohen Mafse anzutreffen. Die moderne Zeit entwickelt auf dem Gebiete der gewerblichen Wohlfahrtspflege eine sehr rege Thätigkeit, und von Tag zu Tag sehen wir die Anzahl der Musterwerkstätten wachsen.

An die oben gegebenen Zahlen anknüpfend, ist auf den häufig anzutreffenden Irrthum hinzuweisen, als ob durch die Ingangsetzung der Tausende von Dampfmaschinen, die sowohl zum Transport der Menschen und Güter, wie zum Betriebe der mannigfaltigsten Werkzeuge, Geräthe und Maschinen dienen, eine Entlastung der Menschen von körperlicher Arbeit eingetreten sei. Man pflegt mit Vorliebe die Worte des Aristoteles zu citiren:

„Wenn das Weberschiff von selbst zwischen Zettel und Einschlag hin- und herliefe, oder der Schlägel des Zitherspielers von selbst die rechten Saiten träfe, so würden Menschenhände bei keiner Kunst zur Ausübung nöthig sein. Ein Baumeister würde keiner Zimmerleute und Handlanger und ebensowenig ein Herr und Hausvater der Dienstboten und Sklaven bedürfen.“

Dieser Satz trifft, wie die Thatsachen zeigen, nicht zu. Das Weberschiffchen und noch vieles Andere bewegt sich heute gleichsam von selbst, trotzdem ist eine Entlastung der Menschen von der Arbeit nicht in dem Mafse eingetreten, wie man zunächst glaubt annehmen zu dürfen.

Die mehr geschaffene und gewonnene Arbeit wird fast vollständig durch die sich immer mehr steigernden Ansprüche der Menschen absorbirt. Man verlangt eine stets grösser werdende Geschwindigkeit der Verkehrsmittel, eine immer hellere Beleuchtung zur Nachtzeit, eine immer raschere Verbreitung jeder Neuigkeit, eine stets billigere Herstellung von Hunderten von Gegenständen, deren Anschaffung früher nur in der Macht der Reichen stand. Diese wachsenden Ansprüche, deren Erfüllung nicht in allen Fällen als ein Erforderniss erscheint, und welche daher zum Theil den Charakter des Luxus annehmen, sowie nicht minder ein geschäftlicher Konkurrenz-Betrieb und eine kommerzielle Ueberspekulation machen, wie Popper richtig ausführt, es einfach unmöglich, die ununterbrochen erzielte grössere maschinelle Leistungsfähigkeit ausschliesslich oder überhaupt zu einem ansehnlichen Theil zur Entlastung und Minderung der menschlichen Arbeitskraft zu verwenden. Nur bei einem Stillstande in dem Entwickelungsgange der Menschheit wäre es denkbar, die Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft ständig zu verringern.

Die Behauptung, dass es den Menschen in früherer Zeit im Allgemeinen besser gegangen sei wie heute, kann nicht als richtig anerkannt werden. Die Gelegenheit, dort die Arbeitskraft und das Wissen verwerthen zu können, wo die Bedingungen hierfür die günstigsten sind, ist den Menschen erst durch unsere modernen Verkehrsverhältnisse in einem Mafse geboten, wie solches in früherer Zeit nicht möglich war. Zweifellos war die Gelegenheit zur Arbeit früher überhaupt eine weniger zahlreiche als heutzutage. Zudem wurde den Arbeitsuchenden die Erlangung einer Arbeit schwieriger gemacht als in der Gegenwart; während langer Zeit z. B. durfte in England Niemand Arbeit suchen, der nicht im Besitze eines entsprechenden Erlaubnissscheines war. Die erste Uebertretung dieser Vorschrift wurde durch Schläge mit der Katze gestraft, die zweite Uebertretung hatte den Verlust eines Ohres im Ge-

folge, und auf einem dreimaligen Vergehen dieser Art stand die Strafe des Hängens.

Heute sucht man durch eine immer weitergehende Organisation und durch die Errichtung von Arbeitsnachweisungsbureaus die Erlangung der Arbeit immer mehr zu erleichtern und zu sichern.

Die wachsenden Einlagen der Sparkassen lassen eine Besserung in den wirthschaftlichen Verhältnissen im Vergleich zu früher deutlich erkennen, und ebenso muss das Ergebniss der Einkommensteuer zu dem Schlusse führen, dass in Deutschland ein langsames Aufsteigen der in der untersten Steuerklasse befindlichen Steuerpflichtigen in eine höhere Steuerklasse stattfindet.

Vor einigen Jahrhunderten betrug in England das Einkommen der Angehörigen der freien Künste und Wissenschaften etwa 1200 Mark im Jahr, 8000 Mark war das Einkommen bedeutender Kaufleute, 3000 Mark dasjenige von Rechtsgelehrten, 1500 Mark dasjenige von Geistlichen und 300 Mark das Einkommen von Arbeitern.

Ueber die Fortschritte der Industrie und die Vermehrung des Wohlstandes unter den Völkern in besonderer Beziehung auf die ethischen Verhältnisse und die geistige Entwickelung der Menschen hat Dieterici eingehende Untersuchungen veröffentlicht, deren Wiedergabe in kurzen Zügen an dieser Stelle von Werth und Interesse ist. Dieterici legte seinen Ausführungen den Zeitraum von 1750 bis 1850 zu Grunde.

1750 gelangten 2½ Millionen Centner Zucker nach Europa, so dass auf den Kopf der Bevölkerung wenige Loth kamen. 1850 betrug der Zuckerverbrauch von 5 Pfund in Deutschland bis zu 20 Pfund in England. Die Kaffeeeinfuhr betrug 1750 etwa 60—70 Millionen Pfund, 1835 war dieselbe schon auf 253 Millionen gestiegen. Während früher die baumwollenen Waaren, die aus Ost-Indien bezogen wurden, Luxuswaaren bildeten, war 1850 der Baumwollenverbrauch in England pro Kopf auf etwa 25 Ellen, in Deutschland auf 15 Ellen gestiegen. Tuch bildete noch im Beginn dieses Jahrhunderts für den Landmann einen unbekannten Artikel, erschien derselbe doch selbst im strengen Winter vor Gericht im leinenen Kittel. Macaulay's Werk „Geschichte Englands seit dem Regierungsantritte Jacobs II." giebt ein Bild dieser Verhältnisse.

Am Ende des 17. Jahrhunderts war der Tagelohn auf dem Lande in England 5, 6 bis 7 Schillinge (= 4,7, 5,64, 6,58 Mark) die Woche. Er ist jetzt mindestens doppelt so hoch; Fleisch war wohlfeiler als jetzt, aber immer noch so theuer, dass Hunderttausende von Familien kaum den Geschmack davon kannten. Nach King's Forschungen genossen von 880000 Familien 440000 kaum zweimal die Woche animalische Nahrung. Von den übrigen Familien verzehrten viele überhaupt kein Fleisch oder doch höchstens einmal in der Woche.

Nach den Todeslisten von 1685 starben von 1000 Einwohnern Londons 44 pro Jahr. 1850 war diese Zahl auf 25 gesunken. Wenn im 17. Jahrhundert noch

viel wildes Land als Gemeingut lag, und ein oder der andere Landmann sich von diesem Lande, welches jetzt in Baumgärten umgewandelt ist, irgend eine Zuthat zu seiner groben Kost verschaffen konnte, so wird jetzt jener frühere Vortheil bei Weitem durch eine reichlichere und bessere Nahrung und durch die Früchte der Civilisation: gesundere Wohnungen, gepflasterte und erleuchtete Strassen, bessere Kleidung, Schulunterricht der Kinder, voll aufgewogen. Aus dem statistischen Material geht zweifellos hervor, dass inshesondere der ausserordentliche Aufschwung der Industrie, die Erfindung von Maschinen, die Nutzbarmachung von Naturkräften nnd die Kenntniss der Naturwissenschaften, die Erweiterung und Vervollkommnung des Fabrikwesens, die Masse von Gütern in den gebildeten Nationen in neuerer Zeit in bedeutend höherem Grade vermehrt hat als die Bevölkerung gestiegen ist, woraus mit mathematischer Gewissheit folgt, dass im Grossen und Ganzen der Znstand der Völker in Bezug auf Erwerb und Besitz materiellen Gutes sich in jüngster Zeit erhehlich verhessert hat.

Für die Nationen im Ganzen führt der Wohlstand auch ethisch zum Besseren. Noth und Armuth sind für die Völker sicherlich nicht der Weg zur Tugend. Ehrlicher Erwerb, durch Anstrengung und Arbeit errungener Wohlstand führen hei dem Einzelnen und bei ganzen Nationen zur Bildung, zur Ordnung, zur glücklicheren Existenz, zu geregeltem Familienleben, zur hesseren Sitte, zum Fortschritte auch in ethischer Beziehung.

Die Nachtheile der Industrie: Einseitigkeit der Arheit infolge der Arbeitstheilung, Ausnutzung der Kinder, Abhängigkeit der Fahrikarbeiter, Beförderung der Unsittlichkeit durch das Zusammenarheiten von Frauen, Mädchen und Männern, Ungesundheit der Fahrikarheit, leugnet auch Dieterici nicht, aber er zeigt auch, wie diese Nachtheile beseitigt oder doch wenigstens wesentlich gemildert werden können, und wie hinzugesetzt werden muss, hahen seit den fünfziger Jahren diese Uebelstände unleughar eine erhebliche Verminderung erfahren.

Wenn Sismondi gesagt hat: „Es ist kein Glück, wenn ein Land mit Dampfmaschinen statt mit Menschen besetzt ist", so weist Dieterici darauf hin, wie nach mancher Hinsicht der Fahrikarheiter und nicht am wenigsten in geistiger Beziehung dem Tagelöhner üherlegen sei und dass, da der menschliche Geist ein Ganzes ist und die Denkkraft durch die herrschende Thätigkeit fahrikativen Lebens geweckt und gefördert werde, dieses von wohlthätigen Folgen für den ganzen Zustand der intellektuellen Bildung einer Bevölkerung sein muss.

Man ist im Allgemeinen geneigt anzunehmen, dass die niedrigen Gehälter und Löhne vergangener Zeiten durch die niedrigeren Preise der Lebensmittel etc. mehr als ausgeglichen wurden. Es ist dies ein Irrthum, schwankte doch der Kornpreis, d. h. also der Preis des wichtigsten Lebensmittels infolge des Mangels an Wegen und Kanälen, d. h. infolge der wenig ausgehildeten Ver-



kehrsmittel überhaupt, ausserordentlich und erreichte nicht selten eine aussergewöhnliche Höhe! Thenerungen und Hungersnoth standen auf der Tagesordnung, und müssen diese traurigen Erscheinungen in den meisten Fällen den mangelhaften Wege- nnd Verkehrsverhältnissen zugeschrieben werden. Die unaufgeklärte Menge machte jedoch gewöhnlich die Kornhändler, Müller und Bäcker dafür verantwortlich und nahm an diesen blutige Rache. Dass die früher vorhandene grosse Armuth nicht am wenigsten auf die unausgebildeten Verkehrsverhältnisse zurückzuführen war, ahnten die Wenigsten.

Mit dem Entstehen und Vergehen der Wege ist das Blühen und Gedeihen der Völker wie deren Verfall stets auf das Engste verknüpft gewesen, und zu allen Zeiten hat eine Erleichterung des Verkehrs zu einer Hebung des Volkswohlstandes beigetragen.

Nicht nur durch die Schaffung der Verkehrswege trägt die Ingenieurtechnik mächtig, wenn auch indirekt, zur Besserung der menschlichen Verhältnisse bei, sondern ihre Werke üben solchen Einfluss auch direkt aus. In dieser Beziehung braucht nur an die vielen Leistungen auf dem Gebiete der Wasserversorgung und Entwässerung erinnert zu werden. Bereits das hohe Alterthum hat zahlreiche und ausserordentliche Werke dieser Art entstehen lassen. Die Wasserleitungsbauten des römischen Volkes sind allgemein bekannt. Mit dem Untergange des Römerreiches trat alsdann auf diesen Gebieten, wie auf so vielen anderen, in den meisten Ländern des einstigen römischen Weltreiches ein fast vollständiger Stillstand ein. Die Bewohner dieser Länder benutzten zunächst die ihnen aus dem Alterthum überkommenen Werke weiter, und als diese bei der mangelnden Unterhaltung verfallen waren, behalfen sich die betreffenden Völker ohne solche Anlagen. Ein grosser Theil dieser Werke fiel aus einer uns kaum mehr verständlichen Verkennung ihrer Bedeutnng der muthwilligen Zerstörung anheim. Jahrhunderte vergingen, ehe wieder Ent- und Bewässerungsanlagen geschaffen wurden. Erst die neuere Zeit hat Leistungen aufzuweisen, die den Vergleich mit den früheren Schöpfungen nicht zu scheuen brauchen. Die durch diese Anlagen auf gesundheitlichem Gebiet erzielten Besserungen sind ganz ausserordentliche und lassen sich zahlenmässig nachweisen. Die durchschnittliche Sterblichkeitsziffer Berlins in den letzten 20 Jahren, vor der Einführung der Kanalisation, betrug 30 auf 1000 Einwohner, sie ist seitdem auf 20 herabgesunken. In Wien und Danzig, Städte, die früher wegen ihres schlechten Gesundheitszustandes berüchtigt waren und eine Sterblichkeit von 37 ‰ aufwiesen, ist es durch die Ausführung der Wasserversorgung und der Kanalisation erreicht worden, dass diese Zahl auf 24 herabgesunken ist.

Die nachstehenden weiteren Zahlen lassen erkennen, welch' erhebliche Ermässigung der Sterblichkeitsziffer für die betreffenden Städte innerhalb eines kurzen Zeitraums eingetreten ist.

	1882	1895
Paris	26,3	21,1
Rom	26,1	20,8
Amsterdam	24,3	17,6
Rotterdam	23,5	19,7
Dresden	25,2	20,6
St. Petersburg	35,2	27,2
New York	30,6	22,4

Während der Typhus in früheren Zeiten in Berlin, Hamburg und Frankfurt 4 bis 5% aller Todesfälle verursachte, beträgt diese Zahl jetzt etwa ½%. In München erreichte früher der Procentsatz der Todesfälle durch Typhus sogar 10%, jetzt, nach Schaffung der guten Wasserversorgung und nach der zur Durchführung gekommenen Reinhaltung des Bodens ist diese Krankheit fast ganz verschwunden. Die Sterblichkeit Münchens ist von 41,6 ‰ im Jahre 1871 auf 22,9 ‰ im Jahre 1896 gesunken. Professor Baumeister hat den ökonomischen Einfluss dieser Verbesserungen ermittelt. Nimmt man an, dass in einer Stadt von 100000 Einwohnern die Sterblichkeit um 1 ‰ sinkt, so kommt dieses der Erhaltung von 100 Personen im Jahr gleich. Aus einer grossen Beobachtungsreihe weiss man, dass durchschnittlich 30 Krankheitsfälle auf einen Todesfall kommen, und dass die durchschnittliche Krankheitsdauer zu 20 Tagen zu veranschlagen ist. Die 100 erhaltenen Leben sind also einer Verminderung von $100 \times 30 \times 20 = 60000$ Krankheitstagen gleich zu schätzen. Veranschlagt man die Kosten eines Krankheitstages auch nur zu 1,50 Mark, so ergeben die 60000 Krankheitstage eine Summe von 90000 Mark oder kapitalisirt von 2¼ Millionen, die durch die Verminderung der Sterblichkeit im Verhältniss von 1 : 1000 gespart wird. In diesen Zahlen ist nichts von den Sorgen, dem Leid und dem Unglück enthalten, welches der Tod von hundert Menschen für die Angehörigen im Gefolge hat, und die Leistungen der Ingenieurtechnik auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege sind daher wohl mit vollem Recht als in hohem Grade kulturfördernd zu bezeichnen.

Die Voraussetzung einer solchen Wirkung der Technik ist allerdings das Vorhandensein geordneter politischer Verhältnisse, das Fehlen jener unglücklichen Zustände, wie sie ein grosser Theil der antiken Kulturländer zur Zeit leider aufweist.

2. Geschichtlicher Ueberblick über die Ingenieurtechnik.

Nachdem das Wesen und die Wirkungen der Ingenieurtechnik geschildert sind, soll nachstehend kurz der Entwickelungsgang derselben vorgeführt werden.

Die Leistungen und der Entwickelungsgang der Ingenieurtechnik im Alterthum werden in dem vorliegenden Werke beschrieben. Wie die nachstehenden Schilderungen erkennen lassen, hat die antike Ingenieurtechnik in zahl-

reichen Zweigen eine ungewöhnlich hohe Ausbildung erfahren. Dieses Resultat ist erzielt worden, trotzdem vielfach, und namentlich bei Völkern, die ausgezeichnete bautechnische Leistungen hervorgebracht haben, die geistigen Anschauungen nicht immer einer Förderung der Technik günstig waren. Bei den Griechen speciell haftete jeglicher Arbeit etwas den freien Mann Entehrendes an. Diese Anschauung war besonders Plato und Aristoteles eigen, die den Ausschluss der Gewerbetreibenden vom Bürgerstande forderten. In dem am vollkommensten eingerichteten Staate sollen, nach Ansicht Aristoteles, die eigentlichen Bürger weder ein Handwerk treiben noch ein Krämerleben führen, da eine solche Lebensart als unedel und der Tugend hinderlich anzusehen sei.

Der gesunde Sinn der Griechen verhütete glücklicherweise, dass derartige Anschauungen eine extreme Wirkung ausübten; es galt wenigstens zu jeder Zeit die Ausübung einer Kunst oder Wissenschaft ohne die Absicht des Gelderwerbs für ehrenwerth.

Die Scheidung der Menschen in Freie und Sklaven, sowie die durch das Kastenwesen bedingte Scheidung, musste, wenn auch in einzelnen Punkten fördernd, doch in der Hauptsache hemmend auf die Entwickelung der Technik wirken.

Bei den Aegyptern und namentlich bei den Indern finden wir eine strenge Scheidung der verschiedenen Berufsarten, die bei den Indern in eine Kasteneintheilung ausartete. Die Berufsart der arbeitenden Klasse war bei den Aegyptern gleichsam erblich, und waren die einzelnen Handwerke streng getrennt; Jeder blieb für Lebenszeit bei seinem Handwerk. Die Römer blickten, namentlich in den älteren Zeiten, auf den Handeltreibenden herab, die Gewerbe wurden, soweit hierfür nicht die häusliche Arbeit der Sklaven in Betracht kam, von Freigelassenen verrichtet. Es ist eines der grossen Verdienste des Christenthums, eine Umwandlung auf geistigem Gebiete auch darin bewirkt zu haben, dass dasselbe die Lehre von der Gleichheit der Menschen predigte und so den ersten allgemeinen Anstoss zur Abschaffung der Sklaverei gab. Hierdurch wurde der Arbeit der Charakter des Entehrenden genommen. Allerdings vergingen noch Jahrhunderte, ehe dieser Anschauungsweise auch die thatsächlichen Verhältnisse entsprachen. Selbst als Papst Alexander III. im 12. Jahrhundert den Ausspruch that: „Die Natur hat alle Menschen frei geschaffen, darum ist Niemand von Natur der Sklaverei unterworfen", erlangten nicht alle Stände das kostbare Gut der persönlichen Freiheit. Durch diese untergeordnete Stellung der Gewerbe war naturgemäss die Entwickelung der Technik in ihrer Gesammtheit gehemmt, und namentlich hat hierunter das antike Maschinenwesen gelitten, dessen Ausbildung weit hinter derjenigen des antiken Bauingenieurwesens und des Hochbauwesens zurückgeblieben ist.

Zahlreiche Spuren der Thätigkeit der antiken Ingenieure sind heute bereits durch Erdbeben, die ja fast allen antiken Kulturländern nicht fehlten, sowie durch sonstige elementare Einflüsse verwischt, namentlich ist die Mehr-



zahl jener ausgedehnten Hafenanlagen, die einst den Weltverkehr vermittelten, versandet und nur noch flachgehenden Schiffen zugänglich. Die vorhandenen Reste, sowie die auf uns gekommenen Beschreibungen zahlreicher Ingenieurbauten lassen jedoch keinen Zweifel darüber aufkommen, dass die Leistungen der Ingenieurtechnik des Alterthums den viel bewunderten Schöpfungen auf dem Gebiete der Architektur ebenbürtig waren. Wie uns die Geschichte eine Reihe von Namen berühmter Baukünstler der alten Welt nennt, so hat sie auch nicht vergessen, die Namen berühmter Ingenieure der Nachwelt zu übermitteln.

Der an den Untergang des römischen Weltreichs sich anschliessende Zeitraum erwies sich, was den grössten Theil Europas anbetrifft, der Technik im Allgemeinen mehr feindlich wie fördernd. Die Geschichte dieses Zeitraums berichtet in der Hauptsache von einer ununterbrochenen Reihe von Eroberungszügen, ihre Blätter sind beschrieben mit Thaten, welche den niedrigsten Leidenschaften: Rache, Habgier, Neid ihre Entstehung verdankten. In der Zeit, die die Heiligen und Zünfte, sowie die Monopole der verschiedensten Art schuf und in welcher der Aberglaube, der in den Hexenverfolgungen seinen Höhepunkt erreichte, eine Achterklärung der Naturwissenschaften bewirkte, konnte die Technik nur in jenen Zweigen ungehindert Fortschritte machen, die sich auf das Kriegshandwerk bezogen. Der Civil- und Militäringenieur war in diesen Zeiten meistens in einer Person vereinigt. Eine Kenntniss der Naturkräfte, besonders aber eine Ausnutzung und Anwendung dieser Kenntnisse, war für den Wissenden ein höchst gefährliches Unternehmen, das nicht Wenige mit einem traurigen und schaudervollen Ende büssen mussten.

Für die Entwickelungsgeschichte der Technik kommen in dieser Periode in erster Linie aussereuropäische Länder in Betracht. Im oströmischen Reiche, in Persien, Indien und China entstehen hervorragende Brückenbauten, umfangreiche Bewässerungsanlagen werden in verschiedenen Ländern und namentlich durch die Thätigkeit der Araber geschaffen. Den Letzteren verdankt die Ingenieurtechnik in diesem Zeitraum eine besondere Förderung. Im 10. Jahrhundert zogen die Wissbegierigen nach Spanien, um von den Arabern zu lernen.

Mit dem Zeitalter der Entdeckungen beginnt eine neue Epoche, eine Periode, die, wenn auch erst nach langen, schweren Kämpfen, die Ingenieurtechnik auf eine hohe Stufe ihrer Entwickelung emporsteigen liess. Zwar bildeten auch noch in diesem Zeitabschnitt nicht selten geistige, insbesondere religiöse Ansichten ein unübersteigbares Hinderniss für die Ausführungen und Anordnungen der Technik. So erhob nach der Eroberung Amerikas durch die Spanier, als dieselben die Durchstechung der Landenge von Panama in Erwägung zogen, der Jesuitenorden laut seine Stimme gegen diesen Plan. Läge es nicht überhaupt ausserhalb menschlichen Könnens, so führte derselbe aus (und hierin muss man ihm für die damalige Zeit jedenfalls Recht geben), so

möchte doch die Strafe des Himmels für die Vermessenheit zu befürchten sein, die göttlichen Anordnungen verbessern zu wollen. Auch in diesem Jahrhundert liessen sich bei Einführung der Eisenbahn Stimmen vernehmen, welche diese Erfindung für ein Werk des Teufels erklärten und es als eine Versuchung Gottes bezeichneten, mit Dampf statt mit Pferden und anderen Thieren zu fahren, die doch dem Menschen eigens vom Schöpfer zu diesem Zwecke verliehen seien. Aber diese Stimmen verhallten bereits wirkungslos, eine andere Zeit war angebrochen. Der Hindernisse jedoch waren noch mehr als genug. Ueberall traten Staatsgrenzen, Zollschranken, Schlagbäume der freien Entfaltung des Verkehrs entgegen. Die Elbe wies noch im Jahre 1858 von Oesterreich nach Hamburg 14 deutsche Zollerhebungs- und Revisionsstellen und der Main auf der kurzen Strecke von Bamberg bis Frankfurt früher sogar 33 Zollschranken auf. Unter dem Vorwande der Elbregulirung wurden von den Uferstaaten Zölle erhoben, deren Entrichtung ausserordentlich viel Zeitverlust und Kosten, aber fast keinerlei Verbesserungen des Flusslaufes im Gefolge hatte. Ein umständliches Passwesen erschwerte ebenfalls ein rasches Reisen. In jedem Flusse erblickte man eine Grenze, die durch eine Ueberbrückung zu schwächen, in Gedanken einer Selbstvernichtung der staatlichen Existenz gleichkam. Die Eisenbahn hat nicht wenige dieser sich ihr entgegenstellenden Schranken über den Haufen gerannt und freie Bahn geschaffen. Wenn dabei manches zerstört wurde, dessen Erhaltung vielleicht im Interesse einer gleichmässigen und gesunden Entwickelung des Menschengeschlechts wünschenswerth gewesen wäre, so liegt es in der Natur derartiger gewaltiger Umwandlungsprocesse, dass dieselben sich nie ohne gewisse schädliche Nebenwirkungen vollziehen können, und es ist die Aufgabe unserer Zeit und der Zukunft, diese unvermeidlichen Folgen allmählich wiederum zu beseitigen.

Aber nicht nur äusserliche Hemmungen waren es, welche sich der Ausbildung der Technik in dieser Periode entgegenstellten, die Zünfte wehrten sich bis zum letzten Athemzuge mit aller Macht gegen die Förderung der Technik, wie sie namentlich in unserem modernen Maschinenwesen verkörpert ist. Nur die Macht der Verhältnisse vermochte dieselben zu bewegen, endlich die Bahn frei zu geben. Dieser heftige und gewaltige Kampf endete zwar mit dem glänzenden Sieg des Maschinenwesens, aber er ging nicht vorüber, ohne dass mancher Erfinder erbarmungslos zu Boden gerungen wurde und seine Erfindung hierbei zunächst in Trümmer ging. Auf einige Hauptepisoden dieses Kampfes dürfte näher einzugehen sein.

Von besonderer Bedeutung war in diesem Entwickelungsprocess das Gebiet der Gespinnste und Gewebe. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts oder zu Anfang des 17. Jahrhunderts wurde eine Erfindung gemacht, die es ermöglichte, dass ein Arbeiter auf dem Webstuhle 16 oder noch mehr Stücke gleichzeitig herstellen konnte. Man nannte diese Vorrichtung die Bandmühle. Statt sich über diesen Fortschritt zu freuen, erblickte man in demselben eine Gefahr.

Man glaubte, dass mit dieser Maschine mehr Waaren hergestellt werden könnten, als der Verbrauch nach Ansicht der betreffenden Kreise betrug, und fürchtete, dass der grösste Theil der in diesem Gewerbe beschäftigten Arbeiter brotlos würde. Die Betheiligten erreichten es, dass die Benutzung der Bandmühle von der Obrigkeit untersagt wurde. Der Erfinder, Anton Moller, wurde nach dem Einen von dem Rathe der Stadt Danzig getödtet, nach dem Anderen führte das aufgeregte Volk den armen Erfinder unter den rohesten Misshandlungen durch die Stadt und ertränkte ihn in den Fluthen der Weichsel. Die Posamentiere von Augsburg und Köln erwirkten ein allgemeines Reichsverbot. In dem im Jahre 1681 ertheilten Reichsgutachten wurde das allgemeine Verbot für nöthig und nützlich erklärt. In Hamburg liess der Rath einen Bandwebstuhl öffentlich verbrennen. Kaiser Karl VI. liess im Jahre 1719 das Verbot der Benutzung der Bandmühle erneuern. Allein das Gute liess sich auch in diesem Falle nicht auf die Dauer unterdrücken, und alle Verbote erwiesen sich, Dank ihrer Widersinnigkeit, als unnütz und machtlos. Allmählich erkannte man den Werth dieser Erfindung. Die Generalstaaten hoben das Verbot ihrer Einführung zuerst auf. Im Jahre 1765 erlaubte Kursachsen den Gebrauch, und bald kam eine Zeit, in welcher jeder, der die Anlage einer Bandmühle bewerkstelligte, eine Belohnung von 30—50 Thalern erhielt. Die letztere Angabe lässt deutlich erkennen, welche Sinnesänderung und Umwandlung sich in der Zwischenzeit vollzogen haben muss, und wird denn auch die betreffende Verfügung damit motivirt, „dass sich die Zeiten geändert hätten“.

Ebenso verhängnissvoll, wie sich die Bandmühle für ihren Erfinder erwies, wurde die Erfindung der Schnellschütze ihrem Hervorbringer. Die Schnellschütze ermöglichte es, die doppelte Menge Waaren wie früher anzufertigen. Die beiden Arbeiter, die bei breiten Webstücken das Schiffchen mit den Einschlagfäden durch die getheilte, geöffnete und gefachte Kette werfen mussten, konnten überdies entbehrt werden. Der Erfinder dieser Neuerung, John Kay, war im Jahre 1704 in Lancashire geboren worden. Derselbe hatte in Deutschland eine sorgfältige Erziehung genossen, besass gründliche mathematische und mechanische Kenntnisse und hatte viel Sinn für mechanische Erfindungen. Mit 21 Jahren erhielt er von seinem Vater die Direktion einer Wollmanufaktur. Mannigfaltige Verbesserungen an den Apparaten zur Reinigung, Vorbereitung und Verarbeitung der Wolle waren von ihm bereits zur Einführung gekommen, als er sich die Verbesserung und Erleichterung der Webarbeit zur Aufgabe stellte. Die Schnellschütze war die Frucht dieses Bemühens. Die erzielte doppelte Leistungsfähigkeit bewirkte bald, dass eine vollständige Garnnoth in England eintrat, da die Anzahl der Spinner dem bisherigen langsamen Webereibetrieb entsprach. Die Wirkung des neuen Apparates flösste den Webern Englands einen ausserordentlich starken Schrecken ein; nur durch eine Vernichtung der Ursache dieses unheilvollen neuen Zustandes glaubten sie eine Abhilfe schaffen zu können, während doch eine Vervollkommnung des

Spinnerei-Betriebes das natürlichste Mittel zu dessen Beseitigung gewesen wäre. Der Groll gegen den Erfinder des Mechanismus, der die Weber aus ihrer Ruhe aufgeschreckt hatte, wuchs von Tag zu Tag, und Kay vermochte sich schliesslich nur durch die Flucht der ihm drohenden Gefahr zu entziehen. Er begab sich nach Leeds und liess sich daselbst als Ingenieur nieder. Allmählich dämmerte den Wollwebern die Erkenntniss, dass die Kay'sche Erfindung für sie von grossem Nutzen sein müsse. Aus Hass gegen den Erfinder beschlossen sie jedoch, demselben keine Vergütung für die Verwendung des patentirten Apparates zu entrichten. Sie bildeten eine Gesellschaft zu dem Zwecke, die Gerichtskosten für denjenigen zu bezahlen, der von Kay wegen unrechtmässigen Gebrauchs seiner Erfindung verklagt werden sollte. Kay wurde in eine Unzahl von Rechtsstreitigkeiten verwickelt, da er sich dieses nichtswürdige Verhalten der Weber nicht gefallen lassen wollte. Es nützte ihm nichts, dass er fast alle Processe gewann, er verlor hierbei sein Vermögen und zog sich den Hass der englischen Weber in immer höherem Grade zu. Als es ihm später gelang, einen mechanischen Spinnapparat herzustellen und diese Thatsache bekannt wurde, stürmte die Menge in massloser Wuth sein Haus und zerstörte alles, was sie vorfand. Nur durch abermalige schleunige Flucht gelang es Kay, sein Leben in Sicherheit zu bringen. Der schlecht belohnte Erfinder begab sich später nach Frankreich, von wo aus er zu verschiedenen Malen den vergeblichen Versuch machte, von England eine National-Belohnung zu erhalten, da seine Schnellschütze dort allmählich immer mehr in Aufnahme gekommen war. Auf seine letzte Eingabe erhielt er nicht einmal eine Antwort. Sein Lebensmuth und seine Thatkraft wurden durch dieses Verhalten vollständig gelähmt; er ging nach Paris zurück und starb hier in grossem Elend. Seine Tochter, die stets um ihn geblieben war, ward als heimathlos aus Paris fortgetrieben und fand endlich in einem Nonnenkloster eine Zufluchtstätte.

Früher glaubte man, dass auch die Dampfmaschine von ähnlichen Angriffen nicht verschont geblieben sei, doch hat die neuere Forschung gezeigt, dass der Bericht von der Zertrümmerung eines Papin'schen Dampfschiffs durch Mündener Schifferknechte kaum aufrecht erhalten werden kann. Dass diese Erfindung nie ein Gegenstand des Angriffs war, muss in Erstaunen setzen, da durch diese Schöpfung in erster Linie der gewaltige Umwandlungsprocess auf vielen Gebieten befördert wurde. Diese zunächst befremdende Thatsache ist darauf zurückzuführen, dass die Dampfmaschine erst mittelbar die Vermehrung der Produktion bewirkt, sodann, dass ihre Ausbildung und Ausnutzung in Kreisen stattfand, für welche dieselbe ein Rettungsmittel bildete. Wohl wenige Menschen, vielleicht Niemand ahnte, dass einst ihre Benutzung eine allgemeine werden würde.

Die Verhältnisse erwiesen sich schliesslich mächtiger als die Menschen, und gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts konnte die Entwickelung des Maschinenwesens nicht mehr unterdrückt werden. Es ist ein verhältnissmässig knapper

Zeitraum, die Zeit von 1774—1790, in welchen fast alle jene hauptsächlichen, für die moderne Technik massgebenden Erfindungen und Schöpfungen fallen.

Durch die Verwendung von Steinkohlen zur Erzausbringung statt der bis dahin allgemein angewandten Holzkohlen, für welche bei dem abnehmenden Holzreichthum Ersatz geschaffen werden musste, hatten die sogenannten schwarzen Diamanten eine früher nicht geahnte Bedeutung erlangt. Diese wichtige Erfindung war gegen das Jahr 1620 von Dudley gemacht worden, aber erst viele Jahrzehnte später wurde die Kohlenverwendung im Eisenhüttenbetrieb allgemeiner. Allmählich verdrängten die Cokes-Hochöfen die mit anderen Materialien betriebenen Anlagen dieser Art. Die Erzeugung von Gusseisen wurde hierdurch in andere Bahnen geleitet, welcher Umstand bewirkte, dass fortan das Holz, aus dem bis dahin die Maschinen fast ausschliesslich bestanden hatten, vollständig durch Eisen ersetzt wurde. In Coalbrook-Dale wurden im Jahre 1767 die ersten brauchbaren Schienen für die Pferdekohlenbahnen dieses Werks gegossen, und im Jahre 1779 gingen aus dem Coalbrook-Dale-Werk die für die erste feste, eiserne Brücke der Welt bestimmten Konstruktionstheile hervor. Die Erfindung des Puddelofens (1784) durch Henry Cort und diejenige des Walzverfahrens hatten eine Massenproduktion und eine Massenverwendung des Eisens im Gefolge.

Durch die Dampfmaschine und die hieran sich anschliessende Erfindung der Eisenbahn, sowie durch die Umwälzungen auf dem Gebiete der Eisengewinnung und Verarbeitung ist das Eisen für unser Kulturleben ein massgebender Faktor geworden. Während der alten Zeit war das Eisen zwar bekannt, seine Verwendung jedoch wenig allgemein und durch die Vorliebe für die Bronze beschränkt. Die Eisengewinnung geschah während dieser Periode in sehr einfacher Weise in Gruben, Herden oder Oefen mittelst Blasebälgen ohne Anwendung von Maschinen. Das erhaltene Produkt war ein schmiedbares Eisen, Gusseisen war unbekannt.

Während des Mittelalters wurde die Verwendung des Eisens allgemeiner, die Gewinnung erfolgte in ähnlicher Weise wie im Alterthum, doch wurde bereits der Anfang zur Benutzung von Maschinenkräften gemacht. Das Eisen wurde in flüssiger Form dargestellt, und man lernte bereits den Eisenguss kennen. Die Einführung von Hochöfen führte zu einem vollständigen Wechsel in der Eisenbereitung. Das Eisen wurde seitdem als Roheisen aus den Erzen gewonnen und aus diesem Roheisen durch einen zweiten Process Stabeisen und Stahl erzeugt.

Durch die fortschreitende Entwickelung der Eisenindustrie wurde die massenhafte Gewinnung der Steinkohle ein Erforderniss. Die Steinkohlenförderung war jedoch einer ernsten Gefahr dadurch ausgesetzt, dass der Wasserhebung in den Bergwerken immer grösser werdende Schwierigkeiten sich entgegenstellten. So lange die zu hebenden Schätze an der Erdoberfläche oder nahe derselben lagen und die Bergleute nicht gezwungen waren,

tiefer in den Boden einzudringen, lagen die Verhältnisse für den Bergbau selbstverständlich sehr günstig. Als aber die oberen Schichten verarbeitet waren und man sich genöthigt sah, tiefe Schachte anzulegen, thürmten sich dem Bergbau in den in die Stollen eindringenden Wassermassen Hindernisse auf, deren Ueberwindung allmählich nicht mehr möglich zu sein schien. Hierbei kamen besonders auch die zahlreichen Zinnminen Englands in Betracht.

Mit den immer tiefer werdenden Anlagen gestaltete sich nicht nur die Wasserhebung immer schwieriger, sondern die zu beseitigenden Wassermengen erfuhren eine stetige Vergrösserung; Menschen und Pferde in grosser Zahl waren thätig, um die gefüllten Wassergefässe an die Oberfläche zu schaffen. Man wandte die verschiedenartigsten Wasserhebungsvorrichtungen an: Schöpfräder, Wasserschnecken, Kasten- und Püschelkünste, Saug- und Druckpumpen; man benutzte Göpel und Winden, Wasser- und Windmühlen. Da aber die zu Gebote stehenden Kräfte nicht allzu gross waren, so war die Leistungsfähigkeit der angewandten Mittel eine enghegrenzte.

Die Zwangslage der Bergwerke zog natürlich die Aufmerksamkeit Jener im besonderen Maſse auf sich, die sich mit der Konstruktion von Maschinen beschäftigten und entsprechende Kenntnisse besassen. Savary und nach ihm Newcomen waren die ersten, denen es gelang, den Dampf zu diesem Zwecke praktisch auszunutzen. Ihre Maschinen waren jedoch noch unvollkommen und gebrauchten namentlich grosse Kohlenmengen, ein Uebelstand, der ihre Anwendung in Gegenden, wo Steinkohlen nicht unmittelbar gefunden wurden, fast unmöglich machte, da der Kohlenmassentransport zu jener Zeit, infolge der schlechten Wegeverhältnisse ausserordentliche Kosten verursachte. Watt gelang der grosse Wurf, der Dampfmaschine eine Form zu geben, durch welche dieselbe das einflussreichste Erzeugniss des Maschinenwesens wurde. Eine irrige Ansicht ist es jedoch, wenn man glaubt, Watt habe seine Erfindung ohne eigennützige Nebengedanken gemacht. Watt wusste, dass der Bergbau dem Untergange geweiht war, wenn demselben nicht eine Maschine zur Verfügung gestellt werden konnte, deren Kraftäusserung zur Bewältigung der eindringenden Wassermengen ausreichte und deren Kohlenbedarf nicht ihre Anwendung unmöglich machte.

Die Dampfmaschine ermöglichte erst eine vollständige Ausnutzung der zu jener Zeit gemachten grossen Erfindungen, namentlich derjenigen auf dem Gebiete des Spinnens und Webens. Es entstanden Industrien von einer Grösse und Bedeutung, wie solche früher Niemand für möglich gehalten hätte.

Die Steinkohle wurde neben dem Eisen der Hauptfaktor für das gesammte Industriewesen, und ihre Gewinnung nahm einen ungeheuren Umfang an.

Eine Ausbildung der Wege, sei es zu Lande, sei es zu Wasser, wurde ein unabweisbares Bedürfniss, das sich zuerst für eine allen Ansprüchen genügende Verbindung zwischen Liverpool und Manchester besonders geltend machte. Durch die Vermehrung der Beziehungen mit den aufblühenden Kolonien in Nord-Amerika

war in der Bedeutung einzelner Haupthandelsorte Englands ein Wechsel eingetreten; Liverpool hatte Bristol überflügelt. Liverpools Handel nahm einen starken Aufschwung, der sich durch die vorhergegangene Entwickelung auf industriellem Gebiete im gleichen Maſse auf das Hinterland dieser Stadt, insbesondere auf Manchester, erstreckte. Die Verbindung zwischen Liverpool und Manchester wurde durch den von Brindley Anfang der sechziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts erbauten Kanal des Herzogs von Bridgewater, den Bridgewater-Kanal, geschaffen. Die Erkenntniss von dem ausserordentlichen Nutzen solcher Anlagen brach sich mit einem Male Bahn, und bald war Englands Boden von zahlreichen künstlichen Wasserwegen durchschnitten. Orte, die bisher ohne jede Verbindung mit der Aussenwelt gewesen waren, entwickelten sich mit überraschender Schnelligkeit zu bedeutenden Industriepunkten. Die Bodenprodukte konnten fortan durch die entstandenen und in rascher Folge weiter entstehenden Verkehrsverbindungen nicht nur in einem weit grösseren Umfange, sondern auch zu billigeren Preisen verwerthet werden, da die Transportkosten eine erhebliche Verminderung erfuhren; waren doch manche Produkte, an deren Verwerthung man früher nicht hatte denken können, nunmehr plötzlich exportfähig geworden.

So hatte vor Entstehung der Kanäle und Strassen die Fracht von Bauholz und ähnlichen Artikeln einen so hohen Betrag erreicht, dass die land- und forstwirthschaftlichen Erzeugnisse nur in ungenügender Weise verwerthet werden konnten. Die fehlenden Wege lassen es erklärlich erscheinen, dass in Schottland, wo der Transport hauptsächlich in Körben auf dem Rücken von Pferden erfolgte, nur die Baumrinden in die Städte transportirt wurden und das Uebrige verfaulte. Trotzdem ungeheure Kohlenmengen in Englands Boden lagerten, hatte bis zur Erbauung der Kanäle nicht selten im Winter ein Mangel an Feuerungsmaterial geherrscht, denn auch die Steinkohlen hatten bis dahin meistens in Körben durch Pferde von den Gruben geholt werden müssen. Die Wagenfracht von Liverpool nach Etruria, dem Hauptorte der englischen Töpferindustrie, betrug vor der Ausbildung des englischen Kanalnetzes 82 Mark für 1 t. Diese Fracht fiel auf 21,50 Mark.

Dank den immer günstiger sich gestaltenden Transportverhältnissen nahm die Industrie einen ungeahnten Aufschwung. Unternehmungsgeist und Thatkraft traten an die Stelle von Zaghaftigkeit und Unentschlossenheit, und Unternehmungen, an welche man vorher der Kosten wegen nicht zu denken gewagt hatte, wurden in grosser Zahl verwirklicht.

Nach mancher Richtung hin muss der Einfluss, welchen die Kanäle und die in Anlehnung an dieselben entstandenen Strassen auf die Menschheit im 18. Jahrhundert ausübten, in Parallele zu den in unserem Jahrhundert durch die Eisenbahnen hervorgebrachten Wirkungen gesetzt werden.

Bei der Schaffung der Kanalbauten und Wegeanlagen, die wiederum eine grosse Anzahl von Brücken und anderen Werken der Ingenieurkunst

bedingten, wurde ein neues Arbeits- und Ausführungssystem angewandt. Starke Kolonnen von organisirten und disciplinirten Arbeitern unter der Führung und im Dienste grosser Unternehmer erschienen auf dem Plan und ermöglichten die Ausführung bedeutender Aufgaben, an welchen auch in der Folgezeit kein Mangel war. Diese gesammten Verhältnisse bewirkten eine sociale Umwälzung, die eine weitere Förderung durch die fast gleichzeitig eintretenden Vorgänge auf politischem Gebiet erfuhr. Eine vollständige Trennung der Thätigkeit des Ackerbauers und Arbeiters fand statt, und es entstand die Kategorie der Fabrikarbeiter. Die früher von Arbeitern bebauten Aecker wurden frei und von reichen Gutsbesitzern aufgekauft, welche die Ackerwirthschaft im Grossen betrieben; der kleine Ackerbauer, der gegen diese Betriebsweise nicht konkurriren konnte, sank zum Tagelöhner herab. Die Entwickelung der Industrie hatte zur Folge, dass die Anzahl der in derselben beschäftigten Menschen eine rasche und stetige Zunahme erfuhr und dass die betreffenden Industriestädte sich rapide vergrösserten. Im Jahre 1757 hatte Manchester etwa 18000 Einwohner; 1773 betrug diese Zahl bereits 41000; 1791 war dieselbe auf 68000, 1801 auf 84000, im Jahre 1857 auf 450000 Einwohner gestiegen. Jetzt beträgt die Einwohnerzahl mit den Vororten über 700000.

Während das Maschinenwesen in der Hervorbringung der Dampfmaschine seinen Triumph feierte, brachte das moderne Bauingenieurwesen in den grossen Wegebauten, Hafenanlagen und Kanälen mit ihren Brückenbauten seine glänzendsten Leistungen hervor; beide vereint zeigten in der Eisenbahn ihr gleich hoch entwickeltes Können. Die älteste Form der Eisenbahn erblickt man in den antiken Spurwegen Griechenlands, die weiterhin genauer zu beschreiben sein werden. Mit den verfallenden Tempeln und den abgesetzten Göttern verschwand auch allmählich eine Verkehrseinrichtung, die erst nach Jahrtausenden gleichsam aus der Erde wieder hervorgehen sollte. Der deutsche Bergbau war der Schöpfer der modernen Spurbahn. Um den Transport der dem Erdinnern abgerungenen Schätze zu erleichtern, ersann ein Unbekannter die Spurbahn aufs Neue. Von deutschen Bergleuten, welche die hohe Ausbildung des einheimischen Bergbaues nach England übertragen sollten, wurde die in Deutschland seit langen Zeiten in Gebrauch befindliche hölzerne Spurbahn zur Zeit der Königin Elisabeth nach dem Lande gebracht, in welchem die Eisenbahn ihre Entstehung feiern sollte. Sie bestand aus Quer- und Längsbalken, auf welch' letzteren die Wagen, sogenannte Waggons, mittelst Spurrädern liefen. Die Anwendung der Spurbahnen breitete sich nun immer mehr aus, und bald fanden dieselben auch unter freiem Himmel Anwendung, um die Kohlen nach ihrem Verladeplatz zu schaffen.

Auf diesen Transportbahnen fand der Betrieb mittelst Pferden statt. **Stephensons** Verdienst ist es, der Lokomotive eine solche Konstruktion gegeben zu haben, dass sie der Eisenbahn die ganze Welt eroberte. Die Eisenbahn gehörte fortan zu den hervorragendsten Bauobjekten der Ingenieur-

technik. Sie gab ihr Aufgaben zu lösen, an die sich früher Niemand gewagt haben würde, und die zahllosen in dieser Beziehung geschaffenen Werke haben eine stetige Steigerung in der Leistungsfähigkeit der modernen Ingenieurtechnik bewirkt. Wenn vor nicht vielen Jahren die von dem deutschen Ingenieur Röhling erbaute Hängebrücke zwischen New York und Brooklin, die East-River-Bridge, mit einer Spannweite von 486 m als ein Werk galt, das mit vollem Recht die Bewunderung der Menschen erregte, so ist heute schon eine Brücke, die Firth of Forth-Brücke bei Queensferry in der Nähe von Edinburgh erbaut, die jene Leistung in den Schatten stellt. Aber nur wenige Jahre werden vergehen, und auch dieses staunenswerthe Werk wird aus seiner ersten Stelle verdrängt sein.

Diese ausserordentlichen Leistungen sind einerseits durch die bedeutende Ausbildung der Eisenindustrie und des Maschinenwesens überhaupt, andererseits durch die wissenschaftliche Ausbildung der Ingenieurtechnik im letzten Jahrhundert ermöglicht worden. Zwar finden wir im Alterthum vielfach die Priester als Vertreter der Technik und dürfen hieraus vielleicht schliessen, dass dieselbe in manchen Zweigen immerhin eine hohe Stellung eingenommen haben muss; im Laufe der Zeit wurde sie jedoch, namentlich wenn wir hier die Zweige zusammenfassen, die heutzutage das Bauingenieurwesen und das Maschinenwesen umfassen, vollständig handwerksmässig ausgeübt. Hierin trat etwa gegen Mitte des vergangenen Jahrhunderts eine Aenderung ein. Man begann die Lehren der Mathematik und namentlich diejenigen der Mechanik bei der Herstellung der Bauwerke immer mehr zur Anwendung zu bringen, d. h. man begann zu konstruiren. Wenn auch den Griechen und Römern bereits eine Anzahl der mechanischen Grundsätze bekannt war und von ihnen praktisch angewendet wurde, so ist doch zwischen der Ausbildung der Mechanik bei den genannten Völkern und derjenigen unserer Zeit ein ganz gewaltiger Unterschied zu verzeichnen. Ihrer Verwendung im modernen Ingenieurwesen verdankt die Mechanik vorzugsweise die grossen Fortschritte als besondere wissenschaftliche Disciplin, während sie ihrerseits wieder die Grundlagen einer stetigen Vervollkommnung der Ingenieurtechnik schuf und letztere nach und nach zu einer Wissenschaft, einem Fache ausbildete, dessen vollständige Beherrschung nur Jenen möglich ist, die eine wissenschaftliche Ausbildung erhalten haben. Diese hochbedeutsame Seite der Ingenieurtechnik hat namentlich in Frankreich und in neuerer Zeit in Deutschland eine besondere Förderung erfahren, und Deutschlands nunmehr den Universitäten vollständig gleichgestellten technischen Hochschulen stehen mit Recht auf dem gesammten Erdenrund in hohem Ansehen. Die technischen Hochschulen haben nicht am wenigsten zu den vielen Triumphen des Ingenieurwesens beigetragen. Die Umwandlung der Ingenieurtechnik aus einem Handwerk zu einer Wissenschaft ist vom volkswirthschaftlichen Standpunkte aus als ein ausserordentlicher Gewinn zu bezeichnen, sind doch hierdurch dem Volksvermögen ungezählte Millionen erspart worden. Während

früher die Ingenieure ihre Werke gleichsam nach dem Gefühl herstellten und, um diesem Gefühle Rechnung zu tragen, denselben eine ausserordentlich grosse, oder, wie man mit Recht behaupten kann, eine übertriebene Stärke gaben, ist eine derartige, vollständig nutzlose Materialverschwendung nunmehr als ausgeschlossen zu betrachten, da man die Dimensionen den auftretenden Kräften entsprechend rechnerisch bestimmen kann.

Die Herstellung der modernen Riesenbauwerke ist eine Thätigkeit geworden, bei welcher die praktische Erfahrung und die Wissenschaft in gleichem Mafse betheiligt sind und in gleichem Mafse Anspruch auf das glückliche Gelingen erheben können. Hierzu gesellt sich erfreulicher Weise in neuerer Zeit immer häufiger ein dritter Bundesgenosse, die Architektur; bricht sich doch die Erkenntniss mehr und mehr Bahn, dass es nicht allein darauf ankommt, diese Werke gut und zweckmässig zu gestalten, sondern dass es auch als ein Erforderniss erachtet werden muss, dieselben dem Schönheitssinn anzupassen, und so finden sich heute Maschinenwesen, Bauingenieurkunst und Architektur, die, durch die Entwickelung der Technik bedingt, ihre besonderen Bahnen eingeschlagen haben, wieder zusammen, um die höchsten technischen Leistungen in den Kunstbauten hervorzubringen, die nicht nur praktischen Bedürfnissen dienen, sondern in gleichem Mafse eine hohe ethische Aufgabe lösen, indem sie den Kunstsinn des Volkes wecken und fördern.

Litteratur-Nachweis zu der Einleitung.

Lecky, History of the rise and influence of the spirit of rationalism in Europe.
Mehrtens, Zur Geschichte des Eisens und der eisernen Brücken in Europa (Civilingenieur 1895).
Dr. Beck, Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung.
Popper, Die technischen Fortschritte in ihrer ästhetischen und kulturellen Bedeutung.
Marquardt und Memmsen, Handbuch der römischen Alterthümer.
Reuleaux, Kultur und Technik (Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1885).
Dieterici, Ueber die Fortschritte der Industrie und die Vermehrung des Wohlstandes unter den Völkern, in besonderer Beziehung auf die ethischen Verhältnisse und die geistige Entwickelung der Völker (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrgang 1855).
Gerland, Erfindung des Dampfschiffs (Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. 20).
— — Papin und die Erfindung der Dampfmaschine (Westermanns Monatshefte, 47. Bd.).
Bellingrath, Studien über ein deutsches Kanalnetz.
Grothe, Bilder und Studien zur Geschichte der Industrie.
Beckmann, Geschichte der Erfindungen.

Erstes Kapitel.

Werkzeuge, Instrumente, Maschinen, Baumaterialien, Verdingungsvorschriften, Industrien und Bergwerke.

Die Technik nahm ihren Ausgang mit der Erfindung und Herstellung des ersten Werkzeuges.

Werkzeuge. Die Schöpfung des Werkzeuges bildet in der Entwickelungsgeschichte des Menschen ein wichtiges Moment. Franklin hat mit Recht den Menschen als ein werkzeugschaffendes Wesen definirt. Holz, Knochen und Steinkiesel waren das Material für die ersten Waffen und Werkzeuge. Ein bedeutungsvoller Fortschritt war es, als der Mensch den Stein durch Metall ersetzte. Durch diesen Uebergang wurde er in den Stand gesetzt, seine Werkzeuge wesentlich zu verbessern, was ihm den Kampf um das Dasein ausserordentlich erleichterte. Von einem Eingehen auf die verschiedenen Perioden des Stein- und Metallzeitalters muss hier Abstand genommen werden.

In jener Periode, in welcher der Mensch in erster Linie Jäger und Fischer war, bildeten Keule, Spiess, Messer, Bogen, Pfeil und Axt die hauptsächlichsten Werkzeuge. Spaten, Pflug, Sichel und Scheere kamen hinzu, als der Mensch Viehzucht und Ackerbau zu betreiben begann.

Mit der weiteren Ausbildung entstanden die Handwerke, denen die Erfindungen der Säge, des Bohrers, der Zange, des Hobels, der Töpferscheibe, des Blasebalges, der Drehbank und des Webstuhls vorangegangen waren. Die ältesten uns überkommenen Zeugnisse von der Benutzung der Werkzeuge beziehen sich auf das Volk der Aegypter und Babylonier. Bis jetzt wissen wir über ein Steinzeitalter Aegyptens verhältnissmässig wenig, doch ist es sicher, dass ein solches existirt hat. In den Zeiten, über welche bestimmte Kenntnisse vorliegen, findet sich neben der Verwendung von Steinwerkzeugen auch schon der Gebrauch von Metall. In den Steinbrüchen von Syene sind noch heute die Meisselhiebe und Spaltungslöcher der alten Werkzeuge zu erkennen. Nach Belzoni haben die Alten mit ihren Meisseln zwei Zoll tiefe Rinnen in

den Felsen eingehauen und die Blöcke dann vermittelst gewisser Maschinen auf einmal gewaltsam abgesprengt. Lancret beobachtete an einem angefangenen Obelisken, dass die Aegypter geschickt die natürlichen Ablösungen und Spaltungsflächen der Felsmassen zu benutzen verstanden. Durch zahlreiche auf uns gekommene Abbildungen haben wir Kenntniss davon erlangt, in welcher Weise das Zurichten der Quadern, das Behauen und Glätten derselben bewerkstelligt worden ist. Den Steinmetzen dienten Meissel und Spitzhammer als Werkzeuge, welche aus einer fraglos stählernen, schmalen Spitze bestanden, die mit einem Holzstiel verbunden war. Zum Abschleifen, sowie auch zum letzten Zurichten der Statuen benutzten die Aegypter zweifellos Steinwerkzeuge.

Für Babylonien ist der Gebrauch eiserner und bronzener Werkzeuge seitens der Sumerier durch Funde in dem Palast des Königs Sargon in Ninive für eine frühe Periode nachgewiesen. Layard fand in Nimrud das Stück einer eisernen Säge.

Auch die Römer bedienten sich bei der Bearbeitung des Steinmaterials der Sägen. Die Blattlänge derselben scheint bis zu 12 Fuss betragen zu haben.

Transportvorrichtungen. Zu den frühzeitig bereits der Ingenieurtechnik gestellten Aufgaben gehörte der Transport schwerer Lasten, ein Gebiet, das ihr auch heute noch zu sehr interessanten Leistungen Veranlassung giebt. Als erstes Transportmittel schwerer Lasten dürfte die Schleife resp. der Schlitten gedient haben. Die Schleife wird durch zwei hölzerne, durch Querhölzer mit einander verbundene, parallele Läufe gebildet. Wir wissen durch auf uns gekommene Abbildungen, dass im alten Aegypten die kolossalen Steinfiguren oder Stein-Blöcke auf diese Weise von den Steinbrüchen nach ihrem Aufstellungsort geschafft wurden. So berichtet Herodot von dem König Cheops das Folgende:

„Er stellte Arbeiter an, um aus den Steinbrüchen im arabischen Gebirge Steine zu ziehen bis an den Nil, und wenn die Steine auf Fahrzeugen über den Fluss gesetzt waren, so stellte er andere an, die ziehen mussten von da bis an das Lybische Gebirge. Und es arbeiteten je zehnmal zehntausend Mann drei Monden hindurch. Und es dauerte, da das Volk also bedrückt war, zehn Jahre, dass sie bauten den Weg, worauf sie die Steine zogen, ein nicht geringeres Stück Arbeit (meines Bedünkens), als dasjenige der Pyramiden selbst, denn seine Länge beträgt 5 Stadien (925 Meter), seine Breite 10 Klafter und seine Höhe, da wo er am höchsten ist, 8 Klafter, und ist von geglättetem Stein und Bilder darein gegraben."

In ähnlicher Weise bewerkstelligten die Assyrer den Transport ihrer Steinkolosse, wie die in dem Palast von Kujundschik entdeckten steinernen Abbildungen zeigen. Dieser Palast wurde unter dem assyrischen König Sanherib erbaut, der 694 v. Chr. Babylon einnahm und zerstörte. Die Darstellungen zeigen mit der Baukunst in Beziehung stehende Bilder, und unter diesen befinden sich solche, welche den Transport der grossen Steinblöcke veranschaulichen. Die Fortschaffung dieser Blöcke aus dem Bruch

nach ihrer Verwendungsstelle geschah hiernach, soweit der Wasserweg in Frage kam, auf Flössen, die theilweise durch mit Luft gefüllte Säcke getragen wurden. In dem Steinblock sieht man Löcher eingearbeitet, durch welche Taue gezogen sind. Ein drittes Tau ist am vorderen Ende des Schiffsfahrzeuges befestigt. An allen drei Tauen ziehen eine grosse Anzahl Menschen, die theils im Wasser, theils auf dem Lande gehen. Mit Schwertern und Stöcken bewaffnete Aufseher treiben die Ziehenden zur Arbeit an. Die Leitung des Ganzen geschieht durch eine Person, die auf dem Steine sitzt und mit ausgestreckten Händen Befehle ertheilt. Auf dem Lande ist den Abbildungen zufolge auch hier von der Schleife Anwendung gemacht worden. Das Steinbild liegt auf der Schleife, die Fortbewegung erfolgt durch vorgespannte Arbeiter — Sklaven —, welche dieselbe ruckweise fortziehen, wobei die Schleife mit der Last am hinteren Ende durch einen Hebebaum gelüftet und bei welcher Hebung Keile unter den Hebebaum gelegt werden. Auf dem Steinbilde stehen vier Personen, aller Wahrscheinlichkeit nach die Aufseher, welche die Arbeit leiten. Der König sieht aus einem Wagen dem Schauspiel zu. Der eine der Aufseher kniet und schlägt seine Hände zusammen, um vermuthlich die Bewegung der Arbeiter gleichmässig zu gestalten und durch das gleichzeitige Anziehen ein Zusammenwirken der einzelnen Kräfte herbeizuführen, da wohl nur auf solche Weise eine Vorwärtsbewegung der kolossalen Masse zu erreichen war. Die hinter der ersten Person stehende Figur führt offenbar das Kommando. Die dritte Figur hält ein Sprachrohr an den Mund. Die vierte Person hat einen Stab in der Hand und steht wahrscheinlich aus dem Grunde hinten, weil sie diejenigen anweist, die den Hebel handhaben. Dem Bildwerk folgen Leute mit Bündeln von Tauen und mit verschiedenen Geräthen. Auf einer Karre ziehen sie Taue und Balken. Die Gegend ist durch Bäume und einen Fluss angedeutet. In dem Flusse schwimmen die Männer auf Schläuchen, Booten und Flössen. Auf einem anderen Basrelief, das den gleichen Vorgang veranschaulicht, tragen die Arbeiter Sägen, Beile, Spitzäxte, Schaufeln, Stricke und Pfähle. Auf diesem Bilde erfolgt die Leitung der Arbeit durch drei Personen, eine derselben hält eine Trompete in den Händen. Der König ist auf einer hierzu gehörenden Tafel in einem reich verzierten Wagen sitzend dargestellt. Zwei Eunuchen sind zur Bedienung des Königs gegenwärtig, und der Monarch ist von seinen mit Keulen bewaffneten Leibwächtern umgeben.

Die Beobachtung, dass durch Unterlegung eines Rundholzes die Bewegung der auf dem Schlitten oder der Schleife ruhenden Last bedeutend erleichtert wird, führte zu der sehr einflussreichen Erfindung des Wagens. Es muss jedoch bemerkt werden, dass selbst, als diese Erfindung bereits gemacht war, die Schleife noch vielfach zur Verwendung gekommen sein wird, da ein Walzen sehr schwerer Gegenstände auf langen Wegen mit so mancherlei Uebelständen hinsichtlich der Führung und Unterbettung verbunden ist, dass die bei der Schleife erforderliche grössere Kraftaufwendung als das kleinere

Uebel erscheint. Die untergelegte Walze liess den Menschen erkennen, dass zweckentsprechende Vorrichtungen gestatteten, seine eigene aufzuwendende Kraft zu verringern. Umgekehrt gab das Bestreben und der Wunsch, grössere Kräfte anwenden zu können, als dem Menschen durch seinen eigenen Körper zur Verfügung stehen und er sich in den Thieren zu Nutzen machen kann, den Anlass zur Entstehung der Maschine, durch welche der Mensch nicht nur einen Gewinn an Kraft, sondern auch an Zeit zu erzielen im Stande war.

Maschinen. Das Stammwort „Maschine“ ist allen Völkern des Alterthums bekannt gewesen. Professor Holzer, der über die Urbedeutung des Ausdruckes „Maschine“ eingehende Studien veröffentlicht hat, ist der Ansicht, dass das Wort „Maschine“ weder eine Erfindung der Griechen oder Römer, noch eines früheren Kulturvolkes des Ostens ist, sondern ein aus uralten Zeiten überkommenes Erbgut bildete, welches die Indoeuropäer auf ihrer Wanderung aus Asien nach Europa begleitete. Das Urwort für Maschine ist nach Holzers Meinung aus den beiden Stammwörtern „Mankana“ respektive „Varkana“ gebildet, respektive aus der Stammsilbe „Man“ oder „Var“, d. h. wirken, arbeiten, drehen und dem Worte „Kana“ respektive „Kara“, d. h. ein gerades Rundholz. Hiermit stimmt auch die Ansicht anderer Forscher überein, die geneigt sind, den Ursprung der Maschine auf die Walze zurückzuführen, deren Anwendung in sehr frühen Zeiten nachweisbar ist.

Die Drehbewegung, die ja auch bei der Walze auftritt, scheint nach dem Stande der bisherigen Forschung die erste gewesen zu sein, die der Mensch durch entsprechende Einrichtungen hervorgebracht hat. Ihre erste praktische Ausnutzung hat diese Drehbewegung vermuthlich bei der Erzeugung des Feuers gefunden, eine Hervorbringungsart desselben, die auch heute noch, in erster Linie allerdings zu Kultuszwecken (so bei den Indiern) anzutreffen ist. Das Reibholzfeuerzeug besteht in einem am unteren Ende roh zugespitzten Holzstab und einer Holzplatte. Dieser Stab wird senkrecht auf die leicht angebohrte Platte gestellt. Neben das untere Stabende werden einige kleine Stücke von Baumwollfasern oder Baummark gelegt und nun der Stab zwischen den Händen in eine rasch drehende Bewegung versetzt. Ein Fortschritt war es, als man auf den Gedanken kam, eine Schnur einige Male um das Reibholz zu winden und durch deren Abwickelung die Quirldrehung hervorrief. Mit dieser letzteren Bohrvorrichtung dürften die vorgeschichtlichen Menschen die Löcher in den Knochen und Steinen, aus welchen sie ihre Werkzeuge schufen, hergestellt haben.

Der Umstand, dass diese Vorrichtung nicht allein aller Wahrscheinlichkeit nach als der Beginn des Maschinenwesens zu betrachten ist, sondern dass durch dieselbe auch gleichzeitig dem Menschen der Besitz des Feuers gegeben wurde, lässt sie uns doppelt bedeutungsvoll erscheinen.

Gleichfalls eine Drehbewegung zeigen eine Anzahl uralter Schöpfvorrichtungen zu Bewässerungszwecken, so die in China noch heute üblichen Schöpfräder, die auf eine mehrtausendjährige Vergangenheit zurückblicken können.

Abb. 1 stellt ein derartiges, aus Bambusröhren hergestelltes Schöpfrad dar. Als Treibkraft findet das fliessende Wasser Anwendung, als Schöpfgefässe dienen die auf den beiden ungleich grossen Radkränzen befestigten Wasserröhren.

Eine solche Drehbewegung haben ferner die Räder eines Wagens. Professor Reuleaux deutet den Entwickelungsgang des Wagens in der Weise an, dass wahrscheinlich aus dem rollenden Baumstamm, d. h. der unter eine Last gelegten Walze, allmählich die Form des Wagens hervorgegangen sei. Ein Element des Wagens, das Rad, ist von jenem unbekannten Zeitpunkte an bis zum heutigen Tage das Hauptelement fast aller auf fester Bahn sich bewegender Transportmittel geblieben, und mit Recht hat man das geflügelte Rad als Symbol des vollkommensten Transportmittels, der Eisenbahn, gewählt.

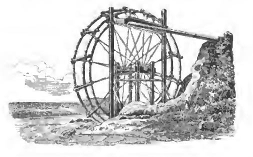


Abb. 1.
Chinesisches Schöpfrad.

Zweirädrige Wagen waren in Aegypten, Syrien, sowie in vielen anderen alten Ländern frühzeitig im Gebrauche, daneben finden sich vierrädrige Wagen, die zum Lasttransport dienten. Die griechischen Helden kämpften zur Zeit Homers zu Wagen, wie solche auch bei festlichen Spielen Verwendung fanden. Dem Heere Cyrus folgte eine grosse Anzahl vierrädriger Wagen. Die vierrädrigen Wagen der Perser wurden von vier Pferden gezogen. Sie waren oben bedeckt und an den Seiten mit Vorhängen versehen und dienten hauptsächlich den Frauen und Kindern zum Fahren. Die Achsen der vierrädrigen Lastwagen der Römer drehten sich mit den Rädern und wichen durch diese Konstruktion von allen anderen Wagen des Alterthums ab, bei welchen die Räder sich um Zapfen der feststehenden Achsen bewegten. Hinsichtlich des Rades möge noch erwähnt werden, dass aller Wahrscheinlichkeit nach das Scheibenrad dem Speichenrade vorausgegangen ist.

Vorrichtungen zum Heben von Lasten. Nachdem im Vorangegangenen kurz angedeutet ist, welche Vorrichtungen den Alten zum Bewegen von Lasten in der horizontalen Richtung zur Verfügung standen, wobei das Schiff, auf welches jedoch

erst später eingegangen werden wird, nicht vergessen werden darf, soll nun nachstehend der Frage näher getreten werden: Welche Hilfsmittel besass das Alterthum zum Heben und Senken grosser Lasten?

Der Umstand, dass im Alterthum Hunderttausende von Sklaven für die Ausführung der in jenem Zeitraum geschaffenen Riesenbauten zur Verfügung standen, hat vielfach zu der Anschauung verleitet, dass das Bedürfniss zur Schaffung derartiger Hilfsmittel sich nicht geltend gemacht habe, eine irrige Annahme, wie die moderne Forschung gezeigt hat. Namentlich über die Frage, wie man die Materialien bis zur Pyramidenhöhe hinaufgeschafft habe, hat sich ein wissenschaftlicher Streit erhoben, dessen nachstehende Wiedergabe gleichzeitig zur Beantwortung der oben aufgestellten Frage dienen soll, wobei allerdings zu bemerken ist, dass die Beantwortung nicht mit absoluter Gewissheit erfolgt.

Der Pyramidenbau entsprang aus dem Glauben der Aegypter an die Fortdauer nach dem Tode, welche Anschauung sie veranlasste, die Todten einzubalsamiren und für sie Gräber zu schaffen, die den Gedanken einer Zerstörung nicht aufkommen liessen. Die Bezeichnung für die Gräber der Gestorbenen war „ewige Häuser".

Diodorus, der bekannte römische Schriftsteller, und in unserer Zeit die französischen Gelehrten Letronne und Prisse waren der Ansicht, dass der Bau der Pyramiden ohne Zuhilfenahme von Maschinen, mit Hilfe sogenannter Rampen geschah, d. h., dass man der jeweiligen Höhe der im Bau begriffenen Pyramide entsprechend einen schrägen Erd- oder Steindamm hergestellt habe, auf welcher schrägen Ebene die zum Bau verwandten Steine hinaufgewalzt respektive geschoben worden seien. Nach Ansicht der Genannten würde also bei Vollendung der Pyramide die Rampe bis zur Spitze derselben gereicht haben.

Im Gegensatz hierzu sprechen die Nachrichten des Herodot für die Anwendung von Maschinen, eine Anschauung, die auch von Hirt und Lepsius vertreten wird.

Herodot berichtet im zweiten Buche seines Geschichtswerkes Folgendes: „Man baut aber diese Pyramide (gemeint ist diejenige des Cheops) vermittelst einer Art Stufen, wie eine Treppe mit Tritten oder Absätzen. Nachdem sie den ersten Absatz gemacht hatten, hoben sie die anderen Steine durch Maschinen mit kurzen hölzernen Armen, indem sie dieselben zunächst vom Boden auf die erste Stufenreihe hoben. Nachdem der Stein da hinaufgebracht war, übernahm ihn eine andere Maschine, welche auf der ersten Stufenreihe stand, durch welche er wieder zur zweiten Stufenreihe emporgezogen wurde. Denn so viel Stufenreihen (Absätze) es gab, ebenso viel gab es Maschinen; oder sie brachten dieselbe Maschine, da sie einfach und leicht zu versetzen war, auf jede andere Stufenreihe, so oft man den Stein wieder heben wollte. Ich gebe hier die beiden Arten an, so wie mir die Sache erzählt worden ist. Es wurde nun aber der oberste Theil der Pyramide zuerst

vollendet, zuletzt aber vollendeten sie den untersten Theil der Pyramide, der der Erde zunächst ist.“

Namentlich die letztere Beschreibung hat viel Widerspruch hervorgerufen, und doch dürfte auch diese Mittheilung des sich fast immer als zuverlässig erweisenden Herodot richtig sein, wie Lepsius näher dargelegt hat.

Diesem Gelehrten fiel die Verschiedenheit in der Grösse der Pyramiden sowie der Umstand auf, dass es den Eindruck macht, als ob nicht eine einzige Pyramide unvollendet geblieben sei. Ausser der Frage, wie es zu erklären ist, dass die Pyramiden scheinbar alle vollendet wurden, versuchte er die beiden, durch die Beschreibung des Herodot sich aufwerfenden Fragen:

1. Was ist unter den Stufen zu verstehen?
2. Wie konnten die Pyramiden von oben nach unten vollendet werden? zu beantworten.

Die Pyramide des Cheops-Chufu hat ihre Bekleidung verloren und bietet scheinbar das Aussehen einer Treppe von 203 Stufen, deren jede einzelne bis zur Hälfte des menschlichen Leibes reicht.

Lepsius beantwortet die Frage, ob dieses die Stufen sein könnten, von welchen Herodot spricht, mit Nein. Er meint, dass es ausgeschlossen sei, dass man auf jede der Stufen eine Maschine gestellt haben könne, um die Steine etwa je 3 Fuss zu heben.


Abb. 2.
Unrichtige Anordnung von Bekleidungsquadern.

Bei diesem Bauverfahren wäre es nur möglich gewesen, die Bekleidung von oben nach unten zu vollenden, wenn die Bekleidungssteine lediglich die einzelnen Stufen zu einer glatten Fläche ausgefüllt hätten, wie dieses Abb. 2 zeigt. Eine derartige Bauweise würde ein sehr unsolides Werk ergeben haben, da der Regen und der Sand in die senkrechten Fugen hätten eindringen können. Die Pyramiden weisen thatsächlich eine bessere Anordnung auf. Jeder Bekleidungsblock füllt nicht nur die Stufe aus, sondern ragt über dieselbe hinaus und ruht zugleich auf dem nächst unteren, sodass er diesen schützt, wie dies Abb. 3 wiedergiebt. Die Ausführung zeigt, dass die Steine in ausserordentlich sorgfältiger Weise auf einander versetzt und ihre 5—6 Fuss langen Fugen haarscharf aufeinandergepasst wurden.


Abb. 3.
Anordnung der Bekleidungsquadern der Pyramiden.

Lepsius lenkt die Aufmerksamkeit auf den stufenförmigen Bau, den verschiedene Pyramiden erkennen lassen. Bei der grössten Pyramide von Sakkara zeigt jede Hauptstufe zwei nicht polirte, deutlich gesonderte unverbundene Mauern.

Perring, ein englischer Architekt, dem manche werthvolle Nachrichten über die Pyramiden zu verdanken sind, nahm an, dass diese Mauertrennung, wie in Abb. 4 durch punktirte Linien angedeutet ist, bis auf den Grund reiche,

eine, wie der Augenschein an einer abgebrochenen Pyramidenseite darthut, nicht zutreffende Vermuthung. Lepsius ist unter Zugrundelegung seiner Beobachtungen zu der Ansicht gekommen, dass die Pyramiden in einzelnen, der Höhe der Stufen entsprechenden Theilen gebaut worden sind, und dass dieselben so oft fortgesetzt wurden, als man der ursprünglichen Pyramide Mäntel umlegte. Für die grössten Pyramiden dürften 17—19 solcher Stufen anzunehmen sein. Der Bau der Pyramiden ist hiernach so zu denken, dass man zuerst eine mässige Pyramide bis zur Spitze in Stufen vollendete und alsdann um diesen Kern Stufenmäntel legte, welche die Pyramide gleichmässig nach oben und nach unten vergrösserten. Der Zweck dieser Bauweise war, stets mit Sicherheit, selbst bei dem Tode des Erbauers, eine Vollendung des Grabdenkmals zu erreichen.

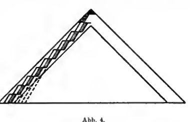


Abb. 4.
Schematische Darstellung des Pyramidenbaues.

Auf diese Bauweise führt der genannte Gelehrte den Umstand zurück, dass der Kern der Pyramiden besser ausgeführt ist als der äussere Theil.

Die Frage des Baufortschritts von oben nach unten beantwortet Lepsius dahin, dass es allerdings nicht möglich gewesen sei, die einzelnen Steinlagen einer Stufe von oben nach unten mit den Bekleidungsblöcken auszufüllen, wohl aber die oberste Stufe der Pyramide, im Sinne eines grösseren Absatzes derselben vollständig herzustellen, bevor die darunter liegende beendet war. Die Vollendungsarbeit der Stufe selbst geschah hierbei von unten nach oben.

Da die von Herodot gegebene Beschreibung hiernach sehr wohl als zutreffend bezeichnet werden darf, so dürfte auch zweifellos die Nachricht richtig sein, dass die Aegypter sich bei der Erbauung der Pyramiden, deren Herstellung etwa 2800 v. Chr. erfolgte, bereits der Maschinen zur Hebung der Lasten bedienten.

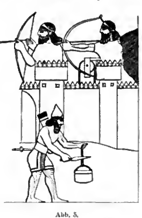


Abb. 5.
Rolle am Kloben.

Hirt, der sich gleichfalls eingehend mit der Frage der Erbauung der Pyramiden beschäftigte, spricht sich dahin aus, dass, wenn man auch vielleicht zum Aufstieg der Arbeiter und zum Emporführen leichterer Gegenstände schiefe Ebenen, d. h. Rampen benutzt habe, daraus nicht zu folgern sei, dass man

diesen langsamen Weg gewählt habe, um die schweren behauenen Steine empor zu schaffen. Er sagt „Ein Volk, das die Räder für die Wagen erfand (?), dem man überhaupt tiefe und ausgebreitete Kenntnisse und Kunsterfahrungen zuschreiben muss, kannte gewiss auch die Rolle und die Winde, und wer diese kennt, bedarf bei seinen Bauten nicht der schiefen Ebene, um Steine von einem gewissen Gewicht in die Höhe zu bringen."

Dass auch die Assyrer schon in einer sehr frühen Periode mit der Rolle am Kloben bekannt waren, ist durch die auf unsere Zeit gekommenen, diese Vorrichtung zeigenden Skulpturen auf das Unzweifelhafteste bewiesen.



Abb. 6.
Aegyptische Wasserhebungsvorrichtung, Schaduff.

Abb. 5 zeigt eine derartige Darstellung. Der Erfindungsgeist der Chinesen schuf sogar bereits die Differentialwinde.

Die Griechen und Römer benutzten ebenfalls Maschinen zum Heben fester Körper, so zeigen eine grössere Zahl Abbildungen, dass derartige Vorrichtungen auf ihren Schiffen vorhanden waren, wie auch in dem Buche Vitruv's „Von der Baukunst" Maschinen dieser Art genau beschrieben sind.

In den „Mechanischen Problemen" des Aristoteles (384—322 v. Chr.) ist schon des Hebels, der Kurbel, der Walze, des Rades, der Rolle und des Flaschenzuges sowie der Drehräder von Erz oder Eisen zur Umkehrung der drehenden Bewegungen (worunter Zahnräder zu verstehen sein dürften) Erwähnung gethan.

Es darf auch nicht vergessen werden, dass auf der Ausnutzung des Hebels beruhende Maschinen bereits in frühen Zeiten zur Hebung des Wassers Anwendung fanden, so der Schaduff der Aegypter (Abb. 6) und die Picota oder Kupila der Inder (Abb. 7). Wie das Nachstehende ergiebt, war der Schaduff auch den Assyrern bekannt. Es liegt keinerlei Grund vor, anzunehmen, dass das bei den Wasserhebungsmaschinen angewandte Princip nicht auch von den Aegyptern zur Hebung fester Körper ausgenutzt worden sei.

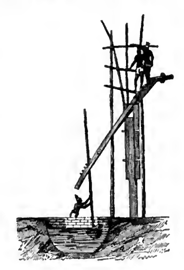


Abb. 7.
Indische Wasserhebungsvorrichtung, Picota.

Eine sehr anschauliche Darstellung, wie die Assyrer bei der Aufstellung der Riesenfiguren auf den künstlichen Plattformen ihrer Paläste verfuhren, geben mehrere Bilder des bereits oben erwähnten Basreliefs zu Kujundschik.

Eines dieser Bilder zeigt den König auf dem Hügel stehend, auf welchen die Figur geschafft werden soll; vor ihm befindet sich seine Leibwache, die Soldaten stützen ihre Waffen und Schilder auf den Boden. Am Fusse des Bildes ist ein Fluss dargestellt, aus dem mittelst des Schaduffs von einigen Personen Wasser geschöpft wird. Eine lange Reihe von Arbeitern trägt Steine und mit Erde und Steinen gefüllte Körbe. Auf dem Hügel angelangt, schütten sie ihre Last auf einen Haufen und steigen alsdann in gleicher Ordnung wieder hinab, um eine neue Ladung hinaufzuschaffen. Bei jeder Kolonne befindet sich ein Aufseher, der die Arbeiter, wahrscheinlich Gefangene, da sie Ketten tragen, zur Thätigkeit antreibt.

Das Gewicht der auf solche Hügel geschafften Transportstücke dürfte bis zu 50 Tonnen betragen haben. Als Hilfsmittel wandten die Assyrer Walzen, Hebel und die Schleife an. Die Leitung der Arbeit erfolgt auch auf dem hier besprochenen Bilde durch vier auf dem Stierbild stehende Personen. Vier Arbeiterkolonnen sind an den Schlitten gespannt. An dessen hinterem Ende ist eine Kolonne am Hebel thätig, um dasselbe zu lüften. Den Schluss dieser Bilderreihe bildet die in Abb. 8 dargestellte Hebung einer Steinfigur. Auf diesem Bilde steht der Steinkoloss aufrecht auf dem Schlitten. Um die Figur ist ein Rahmenwerk von Balken gelegt, an welchem eine grössere Anzahl Arbeiter mittelst Tauen zieht, während andere das Bild durch gabelförmige Stangen halten. Auch aus diesem Bilde ist die Anwendung von Tauen, Karren, Hebeln und Keilen ersichtlich.

Die von den Assyrern transportirten Gegenstände blieben an Gewicht weit hinter den von den Aegyptern bewegten Lasten zurück. Der Monolith,

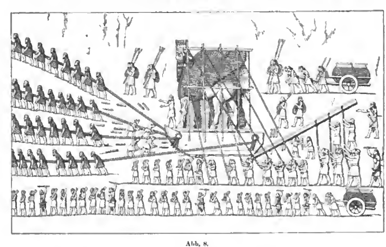


Abb. 8.
Hebung einer Steinfigur.

aus dem der Tempel der Latona bestand, wog mehr als 5000 Tonnen, und 2000 ägyptische Arbeiter waren drei volle Jahre thätig, um diese Last an ihren Bestimmungsort zu schaffen.

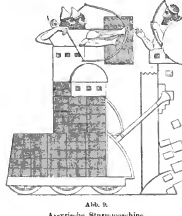


Abb. 9.
Assyrische Sturmmaschine.

Kriegsmaschinen. Wie auch heute noch das Kriegswesen einen mächtigen Ansporn für gewisse Zweige des Ingenieurwesens bildet, so übte dasselbe bereits in der Entwickelungsgeschichte der Menschheit den gleichen Einfluss aus.

Perikles (469—429 v. Chr.) war nach Diodor der erste, der von einem Mechaniker Artemon nach seinen Angaben Kriegsmaschinen anfertigen liess. Es ist jedoch zweifellos, dass es bereits viel früher solche Maschinen gab, besassen doch schon die Aegypter und Assyrer derartige Vorrichtungen.

Die Sturmmaschinen der Assyrer waren von verschiedener Art. Manche derselben besassen bewegliche Thürme für die Krieger. (Abb. 9). Der Thurm

war gewöhnlich so hoch, dass die auf demselben befindlichen Männer in der Mauerhöhe der belagerten Stadt standen. Diese Thürme ruhten auf Plattformen, die entweder Räder besassen oder ohne solche waren. An der vorderen Thurmseite war ein Widder angebracht. Andere Sturmmaschinen bestanden aus einem fahrbaren Holzgerüst, das zuweilen in eigenthümlicher Art und Weise mit Zeug bekleidet und durch Frangen verziert war. Die letzteren Sturmmaschinen besassen entweder einen oder zwei Mauerbrecher und hatten vier oder sechs Räder. Die Konstruktion zur Bewegung der Mauerbrecher ist aus den bisherigen Funden nicht erkennbar.

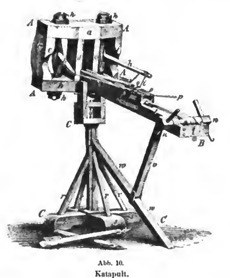


Abb. 10.
Katapult.

Zu den Kriegsmaschinen der Griechen gehörten neben den Widderköpfen: Stossbalken, Mauerbrecher mit Sturmdächern, sogenannte Schildkröten, Fallbrücken und Belagerungskrahne. Diese Vorrichtungen befanden sich auf fahrbaren Plattformen. Die Fallbrücke war charnierartig gelagert und wurde durch ein Seil gehalten, welches über eine an der Spitze des Mastbaumes befestigte Rolle geführt war. Die Fallbrücke konnte auf diese Weise gehoben resp. gesenkt werden. Durch die hohle Röhre des Belagerungskrahnes krochen die Belagerer auf die Mauern der belagerten Stadt.

In späterer Zeit waren Schleudervorrichtungen: Katapulte (Abb. 10) und Ballisten (Abb. 11) die bedeutendsten Kriegsmaschinen. Mit den Katapulten wurden die Pfeile unter geringem Erhöhungswinkel abgeschossen. Die Pfeilbahn war in nahezu horizontaler Richtung auf dem Fussgestell angebracht.

Zum Schleudern der Geschosse wurde die durch Drehung und Spannung von Seilen angesammelte Kraft benutzt.

Ueber die Wirksamkeit dieser Wurfmaschinen liegen interessante Mittheilungen vor. So schleuderte das Schnellgeschütz des Dionysios von Alexandria einen Pfeil etwa 600 Fuss weit.

Mit den Ballisten wurden gewöhnlich Steine geschleudert, doch dienten auch balkenartige Holzstücke als Wurfgeschosse. Die Geschossbahn hatte eine Neigung von 45° gegen die Grundfläche des Geschützes.

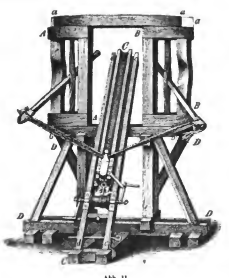


Abb. 11.
Balliste.

Sowohl die Katapulte wie die Ballisten besassen auf der Geschossbahn einen beweglichen Läufer, der gleichzeitig mit der Sehne durch eine Winde zurückgezogen wurde.

Interessant ist es, dass bei den Ballisten das Kaliber in Bezug auf das Steingewicht nach der folgenden Formel bestimmt wurde:

$$d = 1,1 \sqrt[3]{100\,a.}$$

In dieser Formel bezeichnet d das Gewicht in Daktylen (16 Dakt. = 1 griech. Fuss) und a das Steingewicht in Minen (1 Mine = 100 Drachmen).

Die mit Ballisten erreichte Wurfweite soll bis zu 1000 Schritt betragen haben. Das Gewicht der Steine betrug 10—160 Pfund.

Berühmte Verfertiger von Kriegsmaschinen waren u. A.: Artemon, Ktesibios, Heron, Philon aus Byzanz, Archimedes.

Wasserhebemaschinen. Ausser den bereits genannten, zur Wasserhebung dienenden Maschinen besass das Alterthum noch eine ganze Anzahl derartiger Vorrichtnngen. Zu nennen sind das Tympanon, die Noria, die Jantu, die Archimedische Schraube und die Druckwerke. Die Archimedische Schraube fand namentlich in den Bergwerken Spaniens eine ausgedehnte Verwendung. Diese Vorrichtung ist jedoch keine Erfindung des berühmten Mathematikers, vielmehr ist es sehr wahrscheinlich, dass derselbe diese Maschine auf seinen Reisen in Aegypten kennen gelernt und sie in Grossgriechenland eingeführt hat.

Die Wasserräder scheinen zuerst in Verbindung mit den Schöpfrädern zur Anwendung gekommen zu sein. Mittelst dieser Räder wurde das Wasser gehohen, um auf die Felder geleitet und hier zur Bewässerung benutzt zu werden.

Mühlen. Die erste Nachricht über die Verwendung der Wasserräder zum Treiben von Mühlen findet sich bei Strabo. Nach seinen Mittbeilungen gab es zur Zeit Mithridates des Grossen (gegen 100 v. Chr.) in der Nähe der Residenz desselben eine von einem Wasserrade getriebene Mühle. Solche Müblen fanden, so lange die billige Sklavenarbeit zur Verfügung stand, nur langsam Verbreitung; erst gegen das 4. Jahrhundert n. Chr. nahm deren Verwendung zu. In Rom wurden die zahlreich vorhandenen Wasserleitungen zum Treiben von Mühlenrädern benutzt. Als der Gotbenkönig Vitiges Rom im Jahre 536 n. Cbr. belagerte, zerstörte er 14 dieser Wasserleitungen und machte hierdurch den Betrieb der meisten Mühlen nnmöglich. Pferde nnd Rinder standen den Belagerten nicht zur Verfügnng. In dieser Nothlage kam Belisar auf den Gedanken, die Mühlwerke auf Schiffe zu setzen, die in der Tiber verankert wurden, und fortan wurden diese Müblen durch Wasserräder getrieben, die der Tiberstrom in Bewegung setzte.

Eine sehr ausgedehnte Verwendung fanden im Alterthum die Oelmühlen. Der Verbrauch an Olivenöl, das zur Speisung und Salbung diente, war damals ein sehr bedeutender, und die Kultur des Oelbaumes nahm in Griechenland, Italien und Südgallien eine grosse Ausdehnnng an. Die Gewinnung des Oels aus der Olivenfrucht verlangte eine bedeutende Kraftentfaltung und war nur mit Hilfe maschineller Vorrichtungen ausführbar. Das gebräuchlichste Mittel zum Auspressen von Oel, wie auch von Most und ähnlichen Stoffen war die Hebelpresse mit sehr langen Balken als Hebel. Jedoch gab es auch Kelterpressen mit Schrauben, die von Holz gewesen sein dürften, da Schrauben aus Bronce oder geschmiedetem Eisen von genügender Stärke damals zu kostspielig gewesen wären.

Derartige Kelteranlagen, die eine grosse Entwickelung aufweisen, sind mehrfach bei Ausgrabungen aufgefunden worden und haben einen eingehenderen Einblick in diesen ausgedehnten antiken Industriezweig gestattet.

Wasseruhren, Aeolipile. An den Namen des um das Jahr 140 v. Chr. in Alexandria lebenden Ktesibios, Sohn eines Barbiers, knüpfen sich verschiedene bemerkenswerthe Erfindungen, so diejenige der Druckpumpe und der

Wasseruhren. Die Wasseruhren bestanden nach der Beschreibung Vitruvs aus zwei Gefässen, die übereinander angebracht waren. Das obere Gefäss wurde jeden Tag bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllt, welches durch eine am Boden befindliche Oeffnung in das untere Gefäss ablaufen konnte. Das Wasser stieg alsdann in dem unteren Gefäss beständig und zwar innerhalb einer bestimmten Zeit um ein gewisses Mass. Man konnte daher durch einen Schwimmer mit Skala die Zeit kenntlich machen. In dem hier in Betracht kommenden Zeitpunkt gab es jedoch noch kein konstantes Zeitmass (wie heute noch in der Türkei), vielmehr wurde der natürliche Tag von Sonnenanfgang bis Sonnenuntergang in 12 Stunden getheilt. Diesem Umstande musste durch Einschaltung entsprechender Skalen Rechnung getragen werden. Derartige Wasseruhren wurden in sehr verschiedener Anordnungsweise hergestellt, bei den vollkommensten derselben finden wir bereits ein Zifferblatt.

In dem Druckwerk des Ktesibios wurde der Atmosphärendruck und die Elasticität der Luft zur Wasserhebung benutzt.

In dem Werke Herons, eines Schülers von Ktesibios, betitelt „Pneumatica“ wird eine grosse Anzahl hydraulischer und pneumatischer Apparate beschrieben, die in der Mehrzahl zwar auf Spielereien hinauslaufen, unter welchen sich aber auch einige, wie die Feuerspritze (d. h. die Ktesibische Pumpe) und die Aeolipile befinden, die auf Beachtung Anspruch erheben können. In der Aeolipile erblickt man im Allgemeinen den ersten Vorläufer der Dampfmaschine. Sie bestand aus einer Kugel, die drehbar gelagert war und an ihrem Umfange vier gebogene Röhren besass. Unterhalb der Kugel, die mit Wasser gefüllt wurde, befand sich eine Feuerungsanlage. Der Dampf strömte durch die vier Arme aus, wodurch eine drehende Bewegung eintrat.

Vitruvs Werk über die Baukunst. Ein recht anschauliches Bild der dem Alterthum bekannten Maschinen giebt das Werk Vitruvs über die Baukunst. Leider sind die zu diesem Werk gehörenden Zeichnungen verloren gegangen und können daher lediglich auf Grund der Beschreibungen rekonstruirt werden.

Vitruv lebte zur Zeit Cäsars und des Kaisers Augustus und stand der Verfertigung der Kriegsmaschinen vor. Auf Empfehlung der Octavia, einer Schwester Augustus, wurde Vitruv pensionirt, und die so gewonnene Musse benutzte er zur Abfassung seines Werkes. Da eigentlich bis zu unserer Zeit in dem Baukünstler das gesammte technische Fach verkörpert war und erst in unserem Jahrhundert mit der auf allen Gebieten nothwendig gewordenen und durchgeführten Arbeitstheilung eine Aenderung hierin eintrat, so ist es erklärlich, dass sich in den Büchern Vitruvs über die Baukunst, neben umfangreichen Abhandlungen über Architektur, Mittheilungen aus dem Maschinen- und Bauingenieurwesen finden. Die beiden Letzteren wurden im Alterthum überhaupt nicht streng unterschieden, und umfasste der Maschinenbau beispielsweise auch die Herstellung von hölzernen Tragkonstruktionen, sowie von Gerüsten und Spundwänden.

Vitruv versteht unter einer Maschine insonderheit eine Vorrichtung zur Bewegung schwerer Lasten. Er unterscheidet drei Gattungen von Maschinen: Steigmaschinen, Luftmaschinen und Zieh- oder Hebemaschinen.

Die Steigmaschine ist weiter nichts als eine Leiter, auch die Gerüste gehören hierzu.

Die Luftmaschinen dienten zur Hervorbringung von allerlei Tönen und Stimmen.

Die dritte Art der Maschinen, die Zieh- oder Hebemaschinen, hatte die grösste Bedeutung.

Von Hebemaschinen beschreibt Vitruv eine grössere Anzahl Windeböcke mit Flaschenzügen von drei und fünf Rollen, sowie den Haspel. Am bemerkenswerthesten von denselben dürften die Drehkrahne sein, die zum Beladen und Entladen der Schiffe dienten. Abweichend von der heutigen Art dieser Krahne, drehten sich dieselben nicht um einen festen Punkt, sondern der ganze Krahn stand auf einer Drehscheibe.

Wasserorgel. Das Werk Vitruvs enthält, wie einige andere aus dem Alterthum stammende Schriften, eine Beschreibung der oft genannten Wasserorgel.

Der Name „Wasserorgel" rührt daher, dass die Regulirung des Winddrucks durch Wasser erfolgte. Die Anordnung ist die folgende: In Abb. 12 ist A der Cylinder, B der Massivkolben einer Kompressionspumpe. In dem oberen Cylinderboden C sind zwei Ventile vorhanden (von welchen in der Beschreibung des Heron allerdings nur eines erwähnt ist). Diese Ventile bestanden aus dünnen federnden Metallzungen. Durch den doppelarmigen Hebel H wird beim Niedertreten der Pumpenkolben aufwärts getrieben, der allmählich durch sein Eigengewicht wieder herabsinkt. Bei dem Hochgehen des Pumpenkolbens entweicht die Luft durch die U-förmig gebogene Röhre in eine aus Metall hergestellte Glocke D. Diese Glocke ist in einem Reservoir aufgestellt, das mit Wasser gefüllt ist und besitzt an ihrem unteren Ende keinen Boden. Bei dem Einströmen der Luft wird daher das Wasser am offenen Boden der Glocke in das äussere Reservoir gedrückt und steigt in diesem entsprechend hoch. Von der Glocke gelangt die Luft durch eine zweite Röhre in die Windlade E. Wird die Taste bei F niedergedrückt, so wird

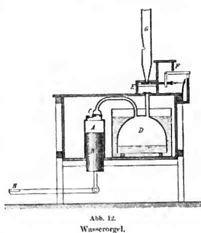


Abb. 12.
Wasserorgel.

hierdurch an dem Fusspunkte der Orgelpfeife ein Ventil geöffnet, die Luft strömt in dieselbe ein und bringt die Pfeife zum Ertönen. Wird die Taste losgelassen, so zieht eine Feder aus Horn das Schieberventil wieder zu.

Mechanische Spielereien. Vitruv erwähnt zwar verschiedene der vorhanden gewesenen zahlreichen Konstruktionen, die zur Kurzweil für Auge und Ohr dienten, geht aber auf dieselben nicht näher ein, da sie keinen nützlichen Zweck hatten. Immerhin empfiehlt es sich, eine dieser Konstruktionen vorzuführen, da hierdurch das Bild des antiken Maschinenwesens vervollständigt wird. Gleichzeitig ersieht man, wie im Alterthum, ähnlich wie namentlich im 16. und 17. Jahrhundert, die Lust an mechanischen Spielereien vorhanden war und in welcher Weise die Alten die mechanischen Kenntnisse zur Lösung derartiger Aufgaben benutzten.

Die Aufgabe, deren Lösung nachstehend vorgeführt wird, lautet: Ein künstlicher Vogel soll pfeifen, solange eine in seiner Nähe sitzende Eule nicht nach ihm hinschaut, soll verstummen, wenn diese sich umwendet und ihn ansicht und soll wieder singen, wenn die Eule sich wieder abwendet und so fort.

Die Aufgabe ist in folgender Weise gelöst (s. Abb. 13):

In einen Wasserbehälter strömt durch einen Trichter Wasser ein. Das Rohrende des Trichters reicht nahezu bis auf den Gefässboden hinab. Die in diesem Gefässe befindliche Luft wird hierbei komprimirt und entweicht durch ein Pfeifenröhrchen, auf welchem der Vogel sitzt, wodurch der Eindruck hervorgerufen wird, als ob der Vogel pfeife oder singe. In dem Wassergefäss befindet sich am Boden ein sogenannter gedoppelter Heber. Hat das Wasser einen gewissen Höhenstand erreicht, so läuft es ausserordentlich geschwind durch diesen Heber ab und zwar bei richtiger Anordnung der Dimensionen rascher, als durch den Trichter zu. Das Wasser fliesst in den unter dem Gefäss befindlichen Eimer, der an einer über eine Rolle laufenden Schnur aufgehängt ist. Das andere Ende der Schnur ist um eine Holzwelle geschlungen und an derselben befestigt. Um diese senkrechte Welle, auf deren oberem Ende die Eule sitzt, ist eine zweite Schnur so befestigt, dass sie sich bei dem Abwickeln der ersteren aufwickelt. Auch diese Schnur läuft über eine Rolle und trägt an ihrem anderen Ende ein Gewicht. Sobald der Eimer mit dem Wasser gefüllt ist, ist er schwerer als das Gegengewicht und zieht dasselbe hoch, wobei sich die Welle mit der Eule dreht, sodass diese den scheinbar singenden Vogel ansieht. Da in dem Gefäss infolge des Wasserablaufs die Spannung der Luft aufhört, so strömt diese nicht mehr durch das Pfeifenrohr aus, und das Singen des Vogels nimmt ein Ende. In dem

Abb. 13.
Mechanische Spielerei.

Eimer ist ebenfalls ein gedoppelter Heber eingebaut, durch den das Wasser abläuft, sobald es eine bestimmte Höhe erreicht hat. Das Gegengewicht ist jetzt schwerer als der Eimer und zieht denselben hoch, wobei sich die Welle mit der Eule so dreht, dass diese den Vogel nicht mehr ansieht. Mit dem ansteigenden Wasser in dem Gefäss beginnt der Vogel wieder zu pfeifen, und der beschriebene Vorgang wiederholt sich.

Auch einen Vorläufer des Taxameters finden wir schon bei den Römern, und zwar diente auch hier dieser Apparat zur Messung der zurückgelegten Wegelänge eines Wagens.

Wenn auch das Alterthum auf dem Gebiete des Maschinenwesens mancherlei interessante Erscheinungen hervorbrachte, so vermögen diese Leistungen doch keinerlei Vergleich mit denen des modernen Maschinenwesens auszuhalten. Vor allem fehlten die Werkzeugmaschinen, welchen unser modernes Maschinenwesen so ausserordentlich viel zu verdanken hat, fast ganz.

Instrumente zum Nivelliren. Von den für das Ingenieurwesen besonders in Betracht kommenden Instrumenten sind hauptsächlich die Vorrichtungen zum Nivelliren zu nennen.

Zum Nivelliren bedienten sich die Alten des Absehens, des sogenannten Chorobats und der Wasserwage.

Vitruv giebt über die Benutzung dieser Instrumente genaue Anweisung. Er schreibt im achten Buch, V. Kapitel, über das Wasserwägen (Libratio aquarum): „Jetzt will ich Anweisung geben, wie das Wasser nach den Wohnungen und Städten zu leiten ist. Das Erste, was man dabei zu thun hat, ist das Abwägen. Man wägt entweder vermittelst des Absehens (Visiren) oder der Wasserwage (libra aquaria) oder der Grundwage (chorobates); jedoch am allerzuverlässigsten geschieht es vermittelst der Grundwage, weil das Absehen und die Wasserwagen trügen. Die Grundwage besteht aus einem 20 Fuss langen Richtscheite, an dessen beiden Enden gleichgearbeitete Schenkel sich befinden, welche nach dem Winkelhaken daran gefügt sind, nebst Querhölzern, welche zwischen dem Richtscheite und diesen Schenkeln eingezapft und mit senkrechten, nach dem Bleilothe gezogenen Linien, auch auf jeder Seite mit einem Perpendikel, der von dem Richtscheite herabhängt, versehen sind. Wenn das Richtscheit gerichtet wird, und die Perpendikel spielen genau auf jene senkrecht gezogenen Linien ein, so zeigen sie den wagrechten Stand desselben an. Verhindert aber der Wind, dass die Perpendikel still stehen und auf einen bestimmten Punkt treffen können, so ist oben auf dem Richtscheite eine Rinne zu machen, 5 Fuss lang, 1 Zoll breit und 1/3 Zoll tief. In diese Rinne giesse man Wasser, und berührt dieses überall gleich derselben obersten Rand, so ist der wagrechte Stand ausgemacht. Bedient man sich nun einer solchen Grundwage beim Abwägen, so findet man das Gefälle ganz zuverlässig. Vielleicht wird Jemand, der des Archimedes Schriften gelesen hat, einwenden: Mit Wasser könne man unmöglich richtig abwägen, weil nach jenem das Wasser keinen wagrechten Stand, sondern



eine sphäroidische Figur und denselben Mittelpunkt mit dem Erdkreise habe. Allein das Wasser sei nun flach oder sphäroidisch, so muss es in einer horizontalen Lage des Richtscheites durchaus an beiden Enden der Rinne gleich hoch stehen, in einer schrägen Lage des Richtscheites aber wird es am höheren Ende der Rinne nie bis oben an den Rand gehen, weil, auf welch' eine Grundfläche man auch Wasser hingiessen mag, nothwendig dessen rechtes und linkes Ende trotz der Geschwulst oder des Bogens im Mittel, wagrecht gegen einander stehen müssen."

Die sonstigen Mess-Instrumente werden an anderer Stelle noch beschrieben werden.

Baumaterialien. Frühzeitig findet sich, so bei den Aegyptern, neben der Verwendung des natürlichen Gesteins diejenige von künstlichen Steinen. Diese künstlichen Lehmsteine wurden in ausgedehntem Mafse benutzt, in steinarmen Ländern bildeten dieselben fast das einzige Baumaterial. Ihre Herstellung geschah gleichsam fabrikmässig und war eine Beschäftigung, die für eine niedere galt und namentlich den Gefangenen auferlegt wurde. Die von den eingewanderten Israeliten in Aegypten in dieser Beziehung geleisteten Frohndienste sind allgemein bekannt.

Die Ziegelfabrikation wurde besonders in Mesopotamien geübt.

In der Nähe von Ninive gab es Steinbrüche, in denen Alabaster und Kalkstein gebrochen wurde, in Babylon dagegen fehlte derartiges Material vollständig. Der Boden ist hier von den Flüssen abgesetzt und besteht aus einem fetten und sehr groben Thon. Der mit Vorliebe für Figuren und architektonische Verzierungen verwandte Basalt kam aus den kurdischen Gebirgen oder aus dem nördlichen Mesopotamien, ein Theil des natürlichen Steinmaterials stammte von den Ufern des Persischen Meeres. Diese aus weiter Ferne herbeigeschafften Materialien vermochten jedoch den Bedarf nur in einem sehr geringen Mafse zu decken. Das Hauptmaterial bildeten die aus dem zähen, mit gehacktem Stroh vermischten Lehmboden hergestellten Ziegelsteine. Die Ziegel wurden in grossen Mengen in ungetrocknetem Zustande verwandt, und diesem Umstande schreibt man nicht am wenigsten die rasche Zerstörung der babylonischen und assyrischen Bauwerke zu. Die Babylonier kannten jedoch bereits die Glasbereitung und die Zusammensetzung von Farben, welche Kenntniss es ihnen ermöglichte, die Ziegel mit einer farbigen Glasur zu überziehen. Derartige Steine verliehen den Bauten einen besonderen Schmuck, war doch ihre Mannigfaltigkeit eine sehr grosse.

Die gebrannten Ziegelsteine waren der Form und der Qualität nach sehr verschieden. Die Grundform war entweder eine quadratische oder die eines länglichen Rechtecks. Die gewöhnlichen Dimensionen waren 1 Fuss im Quadrat bei 3½ Zoll Stärke. Die Farbe war dunkelroth bis hellgelb.

Viele der aufgefundenen Ziegelsteine sind mit Keilschrift bedeckt. Diese Aufschriften sind den babylonischen Ziegeln mit einem Stempel eingedrückt, während

sie bei den assyrischen Steinen einzeln angefertigt sind. Die in den Ruinen Babylons gefundenen Steine enthalten meistens eine Inschrift, welche die Erbauung der Stadt durch Nebukadnezar, den Sohn des Nababaluchum (?), bezeugt.

Von den Ziegelsteinen der übrigen Völker des Alterthums möge nur noch der Erzeugnisse der Römer mit wenigen Worten Erwähnung geschehen.

Von der Güte der römischen Ziegelsteine können wir uns leicht überzeugen, sind doch derartige Steine in unserem Vaterlande in grosser Zahl gefunden worden. Vitruv bespricht in seinem Werke genau die Anfertigung der Ziegelsteine und giebt die zu verwendenden Erdarten, die verschiedenen Arten der Ziegel und ihre Grössenverhältnisse an.

Die Grösse der Ziegel war eine sehr ungleiche, gewöhnlich betrug sie 15—20 cm im Quadrat; die Stärke war 2,5—5 cm, d. h. im allgemeinen geringer wie in der Jetztzeit. Es gab Ziegel der verschiedensten Form (dreieckig, viereckig, Rundziegel, Bogensteine). Neben den gebrannten Steinen erwähnt Vitruv solche, die aus bimsteinartiger Erde angefertigt waren und schwammen. Die Ziegel wurden fast durchgängig mit dem Namen des Fabrikanten oder mit einem Legionszeichen gestempelt. Dieses Baumaterial wurde nämlich vielfach von den Soldaten angefertigt, und daher findet man überall dort, wo römische Soldaten gestanden haben, Ziegel, die den Stempel des betreffenden Truppentheils tragen, der sie verfertigt hat.

Der Gebrauch der gebrannten Steine beschränkte sich auch bei den Römern lange auf besondere Zwecke, im Allgemeinen wurden ungebrannte Steine benutzt. Nach Jordans Ansicht kamen gebrannte Steine erst seit Sulla in Rom allgemein in Gebrauch.

Die verschiedenen Arten des Mauerwerkes. In den an natürlichem Steinmaterial reichen Ländern fand dieses Material frühzeitig Anwendung. Die älteste Form, in der dies geschah, bestand darin, dass die rohen Steine an- und aufeinander gelegt wurden, eine Mauerart, die bekanntlich mit dem Ausdruck Kyklopenmauerwerk bezeichnet wird. Von einzelnen Forschern wird die erste Anwendung dieser Mauerart dem pelagischen Volk zugeschrieben, während andere hiergegen mit Recht einwenden, dass diese Form sich auch in Aegypten, Kleinasien, Spanien und anderen Ländern findet und gewiss nicht als die ausschliessliche Erfindung eines einzelnen Volkes angesehen werden kann.

Die Sage führt die ein derartiges Mauerwerk aufweisenden Bauten auf die Kyklopen zurück, so nach ihrem König Kyklops genannt. Der ursprüngliche Wohnort dieser eine Gilde bildenden Handwerker soll Trakien gewesen sein, von wo aus sie nach Kreta und Lykien zerstreut worden wären. König Proitos soll dieselben nach Argos gezogen haben, wo sie Tiryns und Mykenae befestigt hätten.

Während die Mauern von Tiryns aus unbehauenen Steinen bestehen, zeigen die Mauern von Argos bereits eine sorgfältigere und kunstvollere An-



ordnung. Die Steine sind zwar vieleckig, doch so an einander gefügt, dass eine Ausfüllung der Zwischenräume nur selten nothwendig war. Mörtel zeigen diese Mauern nicht. Eine Reihe Kyklopenmauern, so namentlich in Kleinasien, weist eine saubere Umränderung der einzelnen Steine auf.

Die Anschauung, dass es möglich sei, nach der äusseren Beschaffenheit der zu einer Mauerung verwandten Steine ohne weiteres das Alter derselben zu bestimmen, ist hinfällig. Es hat sich ergeben, dass Quaderhauten, bei welchen die Steine schichtweise angeordnet sind, wohl eben so alt sind wie manche Bauten aus Kyklopenmauerwerk und dass in der Hauptsache die Form des Mauerwerks von der Beschaffenheit des gebrochenen Materials abhängig war, d. h. davon, ob dasselbe in regelmässigen Formen gewonnen werden konnte oder nicht.

Die Römer liebten es in späterer Zeit, eine möglichst grosse Anzahl verschiedener Steine bei ihren Bauwerken zu verwenden, namentlich wurde Marmor ein beliebtes Baumaterial. Die Steinbrüche waren zu einem grossen Theil kaiserliches Eigenthum, und ihre Ausbeutung erfolgte im Allgemeinen in kaiserlicher Regie. Als Steinbrucharbeiter wurden Sklaven und Staatsgefangene beschäftigt. Die Verurtheilung zu dieser Beschäftigungsweise wurde nach der Todesstrafe für die strengste Busse gehalten, zu welcher zur Zeit der Christenverfolgungen Hunderte der ihres Glaubens wegen verfolgten Christen verdammt wurden.

Vielfach ist die Ansicht verbreitet, dass die Römer neben dem Mauerwerk aus künstlichen oder natürlichen Steinen eine dritte Art, das Gussmauerwerk, erfunden hätten. Das Letztere bestand aus einem Kern von Steinbrocken und Mörtel, der mit Quadern oder mit opus incertum bekleidet wurde. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass griechische Befestigungsanlagen, so z. B. diejenigen der Akropolis von Nisyros, bereits auf beiden Seiten mit Quadern bekleidetes Gussmauerwerk aufweisen.

Die Römer unterschieden das netzförmige Mauerwerk (opus reticulatum) und das antike oder ungewisse Mauerwerk (opus incertum). Das Letztere bestand aus rohen Bruchsteinen von ungleicher Form und Grösse, in der Beschaffenheit wie dieselben aus dem Bruche kamen. Opus reticulatum bestand aus keilförmig gehauenen Stücken, deren vordere Fläche viereckig war. Das Aussehen dieses Mauerwerks war das eines gestrickten Netzes, woraus sich der Name erklärt. Bei dem „opus revinctum“ genannten Mauerwerk griffen die bearbeiteten Quadern hakenblattförmig ineinander.

Vitruv giebt folgende Beschreibung der verschiedenen Arten des Mauerwerks (Zweites Buch, VIII. Kapitel).

„Die Arten des Mauerwerks — structura — sind folgende: Das Netzförmige — reticulatum —, welches jetzt allgemein üblich ist; und das Antike — antiquum —, welches das Ungewisse — incertum — heisst. Das Netzförmige ist das schönste; es ist aber sehr geneigt, Risse zu bekommen,

weil es weder horizontale Lager — cubicula — noch gedeckte Fugen hat. Das Ungewisse hingegen gewährt zwar, da die Bruchsteine ohne Ordnnng über einander liegen und mit einander verbunden sind, keinen so schönen Anblick als das Netzförmige; aber es ist dafür desto dauerhafter. Beide muss man aus sehr kleinen Steinen verfertigen, damit die Steine häufiger mit der Kraft des Mörtels gesättigt und also desto fester verbnnden werden. Denn da sie aus einer lockeren, porösen Masse bestehen, so ziehen sie, indem sie trocknen, ans dem Mörtel den Saft in sich; ist nun Fülle des Mörtels vorhanden, so hat auch die Wand desto mehr Feuchtigkeit und wird nicht so geschwind wandelbar, sondern hält fest; sobald aber aus dem Mörtel die Kraft durch die Poren der Bruchsteine herausgezogen ist, so trennt sich der Kalk vom Sande und löst sich auf; es können also auch die Bruchsteine nicht mehr damit verbnnden sein, nnd so verfallen die Wände mit der Zeit. Man kann dieses an einigen Grabmälern um Rom wahrnehmen, deren Futtermauern von Marmor oder Quadersteinen erbaut und inwendig mit Schutt ausgefüllt sind. Da durch die Länge der Zeit die porösen Steine alle Kraft des Mörtels in sich gezogen, so fallen die Mauern ein, weil die Fugen auseinander lassen.

Will man diesen Fehler vermeiden, so behalte man den mittleren leeren Raum zwischen den Futtermauern bei, führe innerhalb desselben zwischen den Strebepfeilern aus rothem Steine oder Brandsteinen oder gemeinen Kieseln zwei Fuss starke Mauern auf und verbinde die beiden Futtermauern durch eingelöthete Klammern. Ein Werk dieser Art, nicht unordentlich aufgeschüttet, sondern mit Ordnung aufgemauert, kann in Ewigkeit unversehrt fortdauern; weil der Mauern Lager und Fugen so geordnet sind, dass dadurch eine feste Verbindnng entsteht, daher sie denn ebensowenig das Gebände auseinander treiben als die zusammen verbundenen Strebepfeiler gegeneinander sinken lassen. Es ist daher der Griechen Mauerwerk nicht zu verachten, denn sie bedienen sich nicht durchaus glattgehauener, weicher Bruchsteine, sondern gebranchen, wenn sie von den Quadersteinen abgehen, znm mittleren gewöhnlichen Mauerwerke entweder Kiesel oder sonst einen harten Stein, legen diese aber wie Manersteine, sodass nämlich durch die wechselnden Lagen die Fugen gehörig beseitigt werden, nnd so machen sie Werke von unvergänglicher Dauer. Uebrigens ist dieses Mauerwerk von zweierlei Art, deren eine Isodomnm nnd die andere Pseudisodomum heisst.

Isodomum nennt man, wenn alle Lagen von gleicher Höhe, Pseudisodomum aber, wenn die Lagen ungleich hoch gemacht werden. Beide Arten sind darum so dauerhaft, erstlich, weil die Steine selbst von dichter und fester Beschaffenheit sind und also nicht aus dem Mörtel die Feuchtigkeit herausziehen, sodass dieser bis in das späteste Alter seine Bindekraft behält; und zweitens, weil die Steine, da sie flach und wagrecht liegen, den Mörtel nicht abfallen lassen, sondern beständig durch die ganze Dicke der Mauer hindurch fest verbunden bleiben und bis in das späteste Alter zusammenhalten.

Sie haben noch eine Art, welche sie Emplekton heissen, deren sich auch unsere Bauern bedienen. Nur die Futtermauern werden glatt gehauen, die übrigen Steine verbinden sie ganz unbearbeitet mit Mörtel durch wechselnde Fugen mit einander. Allein bei uns führt man aus allzugrosser Eilfertigkeit erst die Futtermauern hoch und mit Geflissenheit auf, und füllt dann den mittleren hohlen Raum besonders mit Stücken gebrochener Steine und Mörtel an, wodurch an diesem Mauerwerk drei Rinden entstehen, deren die beiden Futtermauern zwei und die mittlere Fülle die dritte ausmachen. Die Griechen aber verfahren nicht also, sondern sie mauern gleich das Ganze massiv auf, richten es aber so ein, dass der inneren und äusseren Steinreihen horizontale und perpendikuläre Fugen nicht auf einander treffen, sondern wechseln; anstatt also das Mittel mit Schutt auszufüllen, machen sie eine mit den Futtermauersteinen durchaus dicht und fest zu einer Masse verbundene Mauer, und überdies legen sie noch von Zwischenraum zu Zwischenraum einzelne quer durch die ganze Mauer hindurch reichende Bindesteine, welche sie Diatonos nennen und welche hauptsächlich durch Zusammenhaltung der Futtermauern die dauerhafteste Festigkeit des ganzen Werkes hervorbringen.

Ein Jeder, welcher die eben gemachten Anmerkungen nicht ausser Acht lassen will, kann bei jeder dieser Arten des Mauerwerkes, welche er auch wählen mag, auf ewige Dauer rechnen.

Das Mauerwerk hingegen, so aus einem weichen, glatt gearbeiteten Steine verfertigt ist, hat zwar ein schönes Ansehen, ist aber keineswegs dauerhaft; wenn daher dergleichen gemeinschaftliche Wände durch Schiedsrichter besichtigt werden, so werden sie nicht so hoch taxirt als sie zu erbauen gekostet haben, sondern nachdem man aus dem Baukontrakte die Errichtung derselben erörtert hat, so zieht man von den Baukosten für jedes verflossene Jahr ein Achtzigtheil ab und bestimmt ihren Werth nach dem Reste, indem als entschieden angenommen wird, dass eine solche Mauer nicht länger als achtzig Jahre stehen könne.“

Bindemittel. Als Bindemittel der Steine wurde Lehm, in Syrien und Mesopotamien vielfach Asphalt verwandt, der in besonders reichem Mafse im Euphratthal gefunden wird. Neben dem Asphalt fand jedoch in Mesopotamien auch eine Benutzung von Cement statt. Als Hauptbestandtheil des babylonischen Cements hat sich eine kalkige Erde ergeben, die man in der Wüste westlich vom Euphrat findet. Die Cisternen und die unteren Mauern sind in Babylon mit einem Cemente hergestellt, der aus der kalkigen Erde Nura besteht, die mit Asche vermischt ist. Dieses Bindemittel erhärtet sehr rasch. In den meisten antiken Ländern wurden die Steine jedoch während vieler Jahrhunderte ohne allen Mörtel versetzt, dessen Verwendung in Europa von dem Zeitpunkte der Erbauung der langen Mauern von Athen datirt wird. Dass Mörtel überhaupt viel früher verwandt wurde, ist zweifellos; es sind hierfür u. a. manche Bauten auf Cypern ein Beweis. Die Römer hatten zweierlei

Mörtel. Zu gewöhnlichem Mörtel verwendeten sie Ziegelsand, der mit einem Theile Kalk und zwei Theilen reinem Flusssande oder drei Theilen scharfen, gegrabenen Sandes vermischt wurde. Die Löschung des Kalkes erfolgte in der Weise, dass man denselben an der Luft in dünnen Lagen ausbreitete. Wasser benutzte man hierbei nicht, doch wurde der so behandelte Kalk auch meistens erst nach einem Jahre benutzt. Zu hydraulischem Mörtel benutzte man Puzzolanerde, die besonders in der Gegend von Cumä und Puteoli gewonnen wurde.

Mit Hilfe dieses hydraulischen Bindemittels stellten die Römer Beton für Wasserbauten her. Vitruv empfiehlt für derartige Bauten einen Zusatz zu dem gewöhnlichen Mörtel, in dem Verhältniss von zwei zu eins.

Die Römer schufen bereits Beton-Bauten ähnlicher Art wie die heutigen in derartigem Material ausgeführten Anlagen. So wurde nach den Mittheilungen Vitruvs in der Nähe von Neapel bei Puteoli eine Mole am Hafen Caligula's erbaut, wobei der Beton theils in Schüttungen, theils in geformten Blöcken verwandt wurde. Mit dem Untergange des römischen Reiches scheint die Kenntniss dieses Beton-Block-Baues verloren gegangen zu sein, wie denn auch von Beton überhaupt scheinbar wenig Anwendung mehr gemacht wurde.

Die Herstellung des Betons erfolgte im Allgemeinen in der Weise, dass man die Stein- und Mörtelschicht abwechselnd auftrug, d. h. also das Betonmaterial nicht wie jetzt vorher mischte. Derartiger Beton fand u. a. Verwendung bei Gewölbbauten. Die zu den Bogen verwandten Quadern wurden in solchen Fällen in Zwischenräumen (d. h. also in einzelnen von einander abstehenden Ringen) verlegt und diese Zwischenräume mit Beton ausgefüllt.

Putz. Bei den Ingenieurbauten wurde Putz namentlich für die Gerinne der Aquädukte, für Reservoire und Cisternen benutzt. Die Römer pflegten zuerst eine Putzschicht mit grobem Sand, dann eine solche mit feinem Sand und darüber eine breiartige Mörtelschicht aufzutragen. Um dem Putze, ehe das Wasser daraus entwichen war, die nöthige Zeit zum Abbinden zu gewähren, überzog man die ganze Fläche mit einer Mischung aus Leinöl, in Rothwein gelöschtem Kalk, Wachs und Theer. Mit diesem Gemenge rieb man die Putzflächen so lange ein, bis sie so glatt wie Marmor wurden.

Metalle. Von Metallen fanden Bronce, Eisen, Kupfer, Zinn und Blei eine ausgedehnte Verwendung. Auf die Benutzung dieses letzteren Materials zu Wasserleitungsrohren wird später zurückzukommen sein. Eisen in der Form des Stahls kam im Alterthum bereits zur Verwendung. Namentlich die Lydier waren wegen dieses Erzeugnisses der Eisenindustrie bekannt. Gusseisen blieb dem Alterthum dagegen unbekannt.

Ausführungsweise der Bauarbeiten. Die Ausführung der Bauarbeiten geschah wie heutzutage in Regie, d. h. in eigener Ausführung durch den Bauherrn oder sie wurde an Unternehmer vergeben. Von Interesse ist es, dass bereits im Alterthum Klagen über Unternehmer, die nicht Sachverständige waren oder unrichtige Anschläge aufstellten, ertönten.

Vitruv wünschte, um die hieraus entspringenden Uebelstände zu beseitigen, eine Verschärfung der Bauverträge. Er schreibt (Vorrede zum zehnten Buch):

„Es soll von Alters her in einer grossen, berühmten griechischen Stadt, zu Ephesus, ein zwar hartes, jedoch höchst gerechtes Gesetz vorhanden sein, vermöge dessen jeder Baukünstler, der ein öffentliches Gebäude übernimmt, gehalten ist, vorher zn bestimmen, wie hoch sich die Kosten davon belaufen werden; auch hat er diese bei Uebergabe des Anschlags bis zur Beendigung des Baues mit seinem ganzen Vermögen vor Gericht zu verbürgen. Kommen nach vollbrachtem Baue die Kosten mit der gemachten Schätzung genan überein, so wird der Baumeister mit grossen Ehrenbezeugungen belohnt, übersteigen sie den Anschlag nur um ein Viertel, so wird dieses aus der Kämmerei zugeschossen, ohne dass er bestraft wird. Allein beträgt die Ueberschreitung mehr als ein Viertel, so muss der Unternehmer solche aus seinem Vermögen ersetzen. Wollten doch die unsterblichen Götter, ein ähnliches Gesetz wäre, nicht nur in Ansehung der öffentlichen, sondern auch der Privatgebäude, dem römischen Volke gegeben worden! So könnten Pfuscher nicht so ungestraft freveln, so würde sich keiner für einen Architekten ausgeben, der sich nicht eine gründliche Wissenschaft in der Kunst erworben hätte, so würden die Bauherren nicht zu so überschwänglichen Ausgaben verleitet werden, dass sie nöthig hätten Haus und Hof darüber zu verlassen, so würden die Baukünstler, aus Furcht vor der Strafe, sich desto ernstlicher angelegen sein lassen, die Kosten auf das allergenaueste zu überschlagen, und die Banherren würden alsdann im Stande sein, mit der dazn zurückgelegten Summe, oder mit etwas mehr den Bau glücklich hinans zn führen. Wer bei einem Bane sich auf Vierhundert (Münzeinheiten) Kosten gefasst macht, der giebt zu dessen Vollendnng wohl noch mit Vergnügen Einhundert her; aber, soll er noch ein halb Mal so viel oder gar noch mehr nachschiessen, so fällt ihm das schwer, Hoffnnng und Muth verlässt ihn, er sieht sich durch die gemachten Ausgaben zu Grunde gerichtet, und — der Bau bleibt liegen. Ein höchst unangenehmer Vorfall! nicht nur bei den Gebäuden, sondern auch bei den Fecht- und Scenischen Spielen obrigkeitlicher Personen auf dem Markte und auf der Bühne, welche weder Aufschub noch Verzug leiden und nothwendig zur bestimmten Zeit fertig sein müssen, sodass es an nichts fehlt, weder an Sitzen für die Zuschauer, noch am übergespannten Segeltuche, noch am erforderlichen theatralischen Maschinenwesen. Freilich aber gehört auch ungemein viel Klugheit, Nachdenken, Kopf und Geschicklichkeit dazu, dies zu vollbringen; denn ohne Mechanik, ohne andere mannigfaltige, gründliche und schwer zu erwerbende Kenntnisse ist dergleichen nicht ins Werk zu richten möglich. Bei so bewandten Umständen nun wäre es wohl sehr füglich, wenn vor Uebernehmung solcher Werke alles dazu Erforderliche mit grösster Sorgfalt und Genauigkeit berechnet würde."

Unsere Kenntnisse über die Ausführungsweise der antiken Bauarbeiten sind bisher verhältnissmässig spärlich, doch ist die Hoffnung auf eine Erweiterung der-

selben nicht ausgeschlossen. Bezüglich der Griechen und Römer liegen bereits manche interessante Angaben vor.

Bauverträge gab es in Griechenland bereits in sehr früher Zeit. Auf ausgegrabenen Tafeln zu Delos sind Angaben enthalten, die einen Einblick in die Gestaltung der Verdingungsverhältnisse der Griechen gestatten.

Die Tempelbauten wurden hiernach, soweit sie öffentliche Arbeiten waren, durch Volksbeschluss in Akkord vergeben, unter Verträgen, die von dem Baumeister und einer Kommission unterzeichnet wurden. Ganz wie heutzutage enthalten diese Verträge Angaben über jede Einzelheit der Arbeit oder der Anlage, Bestimmungen über die Beschaffenheit der zu verwendenden Baustoffe, sowie Vorschriften über die Garantieleistung und die Zahlungsart. Sogar die Konventionalstrafen wurden bereits von den Griechen zur Anwendung gebracht. Die Zahlungsart war die folgende: Man pflegte zwar von vornherein ein Zehntel der bedungenen Summe als Unterpfand zu betrachten, zahlte aber die Hälfte der übrigbleibenden Summe sofort bei Beginn der Arbeit aus, woraus hervorgeht, dass die antike Zeit dem Unternehmer mehr Vertrauen entgegen brachte, als dies in der Gegenwart der Fall zu sein pflegt. Bei Vollendung des ersten Drittels der Arbeit wurde ein Viertel, nach Vollendung des zweiten Drittels ein weiteres Viertel, und endlich bei Ablieferung der Arbeit die Restsumme ausgezahlt.

Aehnliche Bestimmungen sind auf einer Inschriftentafel enthalten, die bei Livadia in Böotien gefunden wurde. Auch im Piräus hat man höchst interessante Angaben über den Bau des berühmten Zeughauses auf einer ausgegrabenen Inschriftentafel entdeckt. Die betreffenden Bestimmungen sind sehr genau und berücksichtigen jede Einzelheit der Arbeit.

Bei den Römern war das Verdingungswesen in besonderem Mafse ausgebildet. In späterer Zeit artete das Entreprisengeschäft zu einer Spekulation aus, indem Bauten der verschiedensten Art, Tempel, Wasserleitungen, Strassen, Brücken, Kloaken, sowie deren Unterhaltungsarbeiten, die Lieferungen für den Kult und die Veranstaltung von Spielen in Akkord vergeben wurden.

Dem Umstande, dass die römischen Bauten stets von den zuständigen Baubeamten (siehe hierüber das letzte Kapitel) nach ihrer Fertigstellung abgenommen und der Vermerk über diesen Vorgang in der Regel auf dem Bauwerk verzeichnet wurde, sind eine Reihe interessanter Mittheilungen und Einblicke in das römische Bauwesen zu danken, auf welche im weiteren Verlauf zurückzukommen sein wird.

Auf dem Gebiete der Gewerke kam in Rom im Laufe der Zeit eine sehr weitgehende Arbeitstheilung zur Durchführung, sodass die einzelnen Handwerksleistungen getrennt waren und durch besondere Gilden erfolgten. Die Regierung war gezwungen, diesen Gilden mit Rücksicht auf den von denselben ausgeübten Einfluss mancherlei Koncessionen zu gewähren, wofür sie sich als Gegenleistung ausbedang, dass ihr jederzeit gegen bestimmte Lohnsätze eine grosse

Zahl Handwerker zur Verfügung stand. Diese Handwerker konnten sowohl in Rom als auch bei den ins Feld ziehenden Legionen verwandt werden und dienten als Stamm, dem man die übrigen Hilfskräfte, aus Sklaven oder Kriegsgefangenen bestehend, angliederte.

Die Gesammtleitung der durch diese Kräfte zur Ausführung gekommenen Bauten lag in den Händen des „Curator operis", dem die Vertretung des Staatsinteresses oblag. Die Ausführung erfolgte nach den Angaben der Baumeister, die häufig gleichzeitig Unternehmer für die Lieferung von Materialien waren. Den Baumeistern unterstanden die Inspektoren, Geometer, Werkführer und Aufseher. Die Arbeiten mussten genau nach den genehmigten Plänen ausgeführt werden, Abweichungen waren nur nach vorher eingeholter Zustimmung der Behörden zulässig. Der Staat war berechtigt, alle für ihn brauchbaren Materialien wie Erde, Thon, Steine, Ziegel, Holz etc., welche sich in Privatbesitz befanden, durch Schiedsrichter abschätzen zu lassen und in Besitz zu nehmen. Das für die Transportwege nöthige Terrain musste unentgeltlich während der Bauzeit abgetreten werden, und die Spanndienste waren auf Requisition zu leisten.

Industrien und Bergwerke. Wenn auch das Alterthum Industrien in dem Sinne und Umfange unserer modernen Entwickelung nicht besass, so gab es immerhin einzelne Zweige, deren Betrieb sich diesem Begriffe näherte. So war Babylon wegen seiner Zeuge, Salben und Erzeugnisse der Töpferei berühmt. Insbesondere die babylonischen Teppiche, Seiden und wollenen Fabrikate mit eingewebten oder gestickten Figuren mythischer Thiere und ausgesuchten Mustern waren der Schönheit des Gewebes und der kunstreichen Arbeit, sowie des Reichthums und der Mannigfaltigkeit der Farben wegen berühmt. Auf den Webstühlen Babylons wurden die kostbaren Sidones, weite wallende Gewänder, hergestellt. Phönizische gegossene Erzgegenstände bildeten einen Haupthandelsartikel dieses Volkes. Auf die hohen Leistungen des Alterthums im Gebiete des Erzgusses unter Verwendung von Bronce kann hier nur hingewiesen und an das eiserne Meer des Königs Hiram, sowie an den Koloss von Rhodus erinnert werden. Auf Rhodus gab es berühmte Waffenwerkstätten, deren Betrieb fabrikmässig eingerichtet war. Auch Kriegsmaschinen wurden von hier geliefert. In erster Linie ist jedoch in Bezug auf den antiken Grossbetrieb der Bergbau zu nennen, welchem eine Reihe antiker Länder ihre Haupteinkünfte verdankte. Der Bergbau bildete naturgemäss im allgemeinen, wie auch heute noch, durch die an ihn gebundene Erzgewinnung einen ausserordentlich wichtigen und bedeutungsvollen Zweig der menschlichen Thätigkeit. Ausser Gold- und Silberbergwerken finden wir zahlreiche Kupfer- und Zinnbergwerke im Betriebe. In Aegypten gab es wohl schon in der Zeit der vierten Dynastie Goldbergwerke. In denselben arbeiteten ausschliesslich Sklaven, deren Loos ein sehr trauriges war; wurden sie doch selbst während der Arbeit angekettet und sausten doch fortwährend die Peitschenhiebe der Aufseher auf ihre nackten Körper herab.

Bergbau betrieben ferner die Juden und die Phönizier. Die Letzteren besassen in den verschiedensten Theilen der Erde Gruben. Besonders die Bergwerke auf Cypern lieferten ihnen reiche Erträge an Kupfer. Bei dem neuerdings wieder aufgenommenen Kupferbergbau auf dieser Insel sind die antiken Minenanlagen, die aus zwei verschiedenen Perioden und zwar aus einer phönizischen und einer römischen stammen, von Neuem freigelegt. Die Stollen zeigen einen gewundenen und durchaus unregelmässigen Verlauf. Die Höhe dieser Gänge gestattet einem mittelgrossen Manne in etwas gebückter Stellung das Durchschreiten. An mehreren Stellen hat man Schachte mit ausgehauenen, bis an die Oberfläche führenden Stufen gefunden. Für die Ventilation war durch Luftschachte gesorgt. Auf Thasos trieben die Phönizier Bergbau auf Gold, auf Euböa eröffneten sie Kupferbergwerke und in Spanien besassen sie ausgedehnte Silberminen. Diese Anlagen kamen etwa um das Jahr 1200 v. Chr. in ihren Besitz und zwar speciell in den von Tyrus, auf welches zu jenem Zeitpunkt die Oberherrschaft in Phönizien übergegangen war. Der Besitz dieser reichen Gruben trug nicht wenig zu dem einstigen Glanze von Tyrus und später zu dem Karthago's bei. Mit dem in Spanien gewonnenen Silber besoldete Karthago seine besten Söldner. Das Land Tarsis war Jahrhunderte lang der Inbegriff des Reichthums und muss als das Kalifornien des Alterthums bezeichnet werden.

In Griechenland war der Bergbau durch die Phönizier eingeführt worden, die hier Gold-, Silber- und Kupferbergwerke angelegt hatten. Hauptsächlich war in diesem Lande der Bergbau auf Silber gerichtet; die sogenannten laurischen Minen, in welchen bis 60000 Sklaven thätig waren, ergaben reiche Erträge, die bis zur Zeit der Perserkriege den freien Bürgern Athens zuflossen. Themistokles setzte hierin eine Aenderung durch, indem fortan diese Beträge dem Staatsschatz zu Gute kamen. In den laurischen Bergwerken gab es sowohl Schachte als Stollen, die ziemlich tief lagen. Die Förderschachte sind senkrecht oder unter einem Winkel von 25—30 Grad angelegt und mit Stufen versehen; im allgemeinen ist der Querschnitt derselben ein viereckiger. Die Stollen beginnen in einer Tiefe von 25—50 m. Die Stützung der Gänge erfolgte an einzelnen Stellen durch Pfeiler, die im Erze stehen blieben oder aus taubem Gestein geschichtet wurden. Mächtigere Lagen wurden durch Gallerien mit doppelten Pfeileretagen ausgebeutet. In den Schachten und Gängen sind Nischen für die Grubenlichter vorhanden, in welchen Thonlampen von gewöhnlicher Form gefunden wurden. Die Schachte scheinen nirgends tiefer wie der Meeresspiegel gesenkt worden zu sein, sodass bei der Trockenheit des Gebirges besondere Entwässerungsvorrichtungen wohl entbehrt werden konnten. Die Ventilation scheint sehr mangelhaft gewesen zu sein. Ueber die maschinelle Förderung der Erze liegen bestimmte Anhaltspunkte nicht vor. In der Regel dürften diese in geflochtenen Säcken von den Sklaven getragen worden sein.

Die Ansammlung des Gebrauchs- und Trinkwassers erfolgte in Cisternen, die meist eine kreisrunde Form und 300—1500 cbm Fassungsraum besassen. Zum Schöpfen des Wassers diente eine Treppe, die bei den runden Anlagen gewöhnlich längs der Innenseite hinuntergeführt ist.

Zum Reinigen der Erze wurden Metallwäschen einfacher, doch sinnreicher Konstruktion benutzt. Als Schmelzapparate fanden niedrige Rundöfen von einem Meter Durchmesser aus Glimmerschiefer oder Trachytstücken Anwendung.

Die Wasserhaltung bereitete, wie hier eingeschaltet werden möge, im Alterthum in einer grösseren Anzahl von Bergwerken besondere Schwierigkeiten. Meistens wurde sie durch Ledereimer bewirkt, die von Hand zu Hand gingen. In den spanischen Bergwerken waren Wasserschnecken etagenweise übereinander aufgestellt.

Wie überall im Alterthum, so wurde auch in den griechischen Bergwerken die Arbeit fast nur durch Sklaven verrichtet. Das Loos derselben war nicht ganz so hart wie das der ägyptischen und phönizischen Bergwerkssklaven, doch galt diese Arbeit auch in Griechenland als der niedrigste Sklavendienst. Die Gruben waren in Grubenfelder getheilt, die verpachtet wurden. Die Unternehmer mietheten ihrerseits in der Regel die zu der Bergwerksarbeit erforderlichen Sklaven von den Sklavenvermiethern, die namentlich in Athen sehr zahlreich waren. Die Sklavenwirthschaft war so weitgehend organisirt, dass es sogar Sklavenversicherungsanstalten gab.

In Italien war bei den Etruskern Bergbau und Metallgewinnung im Schwunge. Kupfer und Eisen wurden im eigenen Lande, besonders auf Elba und in den toskanischen Bergen gewonnen. Am berühmtesten waren die Eisenbergwerke auf Elba, woselbst der älteste europäische unterirdische Bau angelegt sein dürfte. Im allgemeinen war der Eisenerzbau im Alterthum selten, da der Eisenstein sich an vielen Stellen an der Oberfläche fand. Zur Zeit der römischen Republik waren die Bergwerke im Besitze von Privatpersonen, später erwarben die Kaiser die bedeutendsten Anlagen, theils für den Fiskus, theils für das kaiserliche Privatvermögen. Als durch die zahlreichen Siege und Eroberungen ungeheure Schätze nach Rom flossen, wurden die industriellen Unternehmungen und somit auch die Bergwerksanlagen immer mehr vernachlässigt. Fast alle europäischen Bergwerke fielen in die Hände der Römer, die sie für Staatseigenthum erklärten. Die Ausbeutung der spanischen Minen artete in einen Raubbau aus, da die Gruben an den Höchstbietenden verpachtet wurden. Einzelne Silberbergwerke befanden sich in Spanien auch in den Händen reicher Römer, so besass z. B. Crassus solche. In den Bergwerken von Neu-Karthago waren mehr als 40000 Sklaven thätig, die in der unmenschlichsten Weise behandelt und ausgenutzt wurden. Diodor schreibt: „Tag und Nacht müssen sie in den Gruben verweilen, kaum giebt es Momente der Ruhe, immerfort trifft sie der Schlag der Aufseher und zwingt sie, die Mühsal wieder aufzunehmen, und so verzehrt sich ihr Leben in Jammer und Elend; und doch giebt es solche, die an Leib und

Seele so stark sind, dass sie dies Elend lange Zeit ertragen, denn wünschenswerther wäre ja für sie der Tod, als zu leben und solche Leiden zu tragen."

In der ersten Kaiserzeit war der Vorstand eines Bergwerks ein Sklave, später ein Prokurator. Dieser leitete entweder selbst den Betrieb mit Unterstützung von Technikern, namentlich eines Betriebsdirektors, der gewöhnlich ein Sklave war, oder er verpachtete die Bearbeitung an einen Unternehmer oder an eine Gesellschaft. Um dem fast ständigen Mangel an Bergwerksarbeitern abzuhelfen, wurden Verbrecher zu dieser Arbeit verurtheilt, und endlich die eingesessenen Bewohner, die in der Nähe der Gruben Besitz hatten, zu Frohnarbeiten gezwungen. Die Mittel zur Abwehr der Arbeiternoth in den staatlichen römischen Minen erwiesen sich jedoch als unzulänglich, und nothgedrungen musste der Betrieb eingeschränkt und theilweise der Privatspekulation überlassen werden. Dieses Versiechen einer früher ergiebigen Einnahmequelle trug das seinige zu dem Verfalle des römischen Staates bei. Die thrakischen Grubenarbeiter waren die ersten, die sich auf die Seite der einfallenden Ostgothen stellten und mit Erbitterung auf ihre Peiniger einhieben.

Die Wiedereröffnung einzelner römischer Minen in Spanien in den achtziger Jahren dieses Jahrhunderts hat werthvolle Einblicke in den antiken Betrieb thun lassen.

Die Gesellschaft, die eine dieser Minen wieder erschliessen wollte, war nahe daran, den Betrieb einzustellen, da man nach allen Richtungen hin und zwar in ganz ausserordentlich grossen Tiefen auf bereits abgebaute Strecken traf, so noch in Tiefen von 210 m. Es bleibt mit Recht erstaunlich, wie es ohne die technischen Hilfsmittel der Gegenwart möglich war, derartige Tiefen abzuteufen. Der in diesen Minen geschaffene Hohlraum ist im Ganzen auf etwa 300 000 cbm zu schätzen.

In den Stollen fanden sich zahlreiche Ueberreste von Holzeinbauten, Geräthen und Lampen aus der Römerzeit. Die vorgefundenen Werkzeuge sind aus einem vorzüglichen, harten Stahl in sehr zweckmässiger Gestaltung hergestellt. Neben den Ueberresten von Wasserschnecken fand man kleine Eimer von Becher- und Paternosterwerken.

Einem glücklichen Zufall ist die Erhaltung einer Inschriftentafel zuzuschreiben, die Kunde giebt von den gesetzlichen Vorschriften für die Verwaltung eines römischen Bergwerkes in Portugal.

Diese im Jahre 1876 gefundene, allerdings verstümmelte Platte enthüllt Verhältnisse, über welche bis dahin nur geringe Kenntniss vorhanden war.

Das betreffende Bergwerk führte den Namen Metallum Vipascense und liegt in der Nähe des heutigen Aljustrel, woselbst in neuerer Zeit wiederum zwei Gruben in Betrieb gesetzt wurden. Als Abfassungszeit der Urkunde ist das erste Jahrhundert unserer Zeitrechnung zu betrachten, und dürfte der Erlass dieses Bergwerksreglements durch Vespasian, Titus oder Domitian erfolgt sein.

Wie aus der Inschrift hervorgeht, wurde nicht bloss die Bewirthschaftung

der Bergwerke an Gesellschaften verpachtet, sondern denselben stand auch die Herstellung und Beschaffung aller für die Bedürfnisse der Bergarbeiter nöthigen Dinge zu (von der öffentlichen Badeanstalt an bis herab zur Lieferung von Schuhzwecken).

Der Pächtergesellschaft und ihren Beamten wurde das ausschliessliche Privilegium für alle von ihr übernommenen Leistungen zugesprochen und die Pächter ermächtigt, jeden Unberechtigten, der versuchen sollte, sich einzudrängen, in Strafe zu nehmen, sein Handwerkszeug mit Beschlag zu belegen, ja sogar das Pfändungsrecht gegen Säumige oder Widersetzliche auszuüben. Das siebente und neunte Kapitel des Textes enthält die auf den Betrieb des Bergwerks bezüglichen Bestimmungen.

Das aus den Schachten zu Tage geförderte Rohmaterial, in der Hauptsache Silber und Kupfer, scheint auf dreifache Weise bearbeitet worden zu sein: im Schmelzofen, mit der Hacke und durch Verwaschung. Der Process des Schmelzens erstreckte sich auf Silber und Kupfer. Weniger erzhaltige Bruchstücke wurden mit der Spitzhacke bearbeitet. Der Abfall (das Erzklein) und der Staub von den zum Schmelzen bestimmten Bruchsteinen, wurde verwaschen. Neben der Erz- und Metallgewinnung scheinen in Vipasca Steinbrüche ausgebeutet worden zu sein, wie überhaupt Marmor- und auch Steinbrüche weniger edler Art vielfach im Alterthum mit den eigentlichen Bergwerken verbunden waren und derselben rechtlichen Behandlung unterlagen.

Aus den Steinbrüchen wurden Steinplatten zum Bau, vielleicht auch Schieferplatten gewonnen.

Der kaiserliche Prokurator konnte den Betrieb im allgemeinen, wie auch einzelne Schachte zur Bearbeitung direkt an Private verkaufen oder verauktioniren. Die Pächter des Bergwerksbetriebes waren berechtigt, für die Bodenbenutzung von denjenigen Privaten eine Gebühr zu erheben, welche durch Sklaven oder Lohnarbeiter bergmännische Arbeiten vornehmen lassen wollten.

Anschaulich ist die Beschreibung, die Plinius von dem Bergbau auf Gold giebt, ein Unternehmen, welches fast das Werk von Giganten übertreffe. Er schreibt: „Man treibt Stollen auf lange Strecken in den Berg, indem man das Innere bei Lampenschein aushöhlt. Da man die Sonne nicht sieht, muss der Schwund des Oels der Lampen das Mass der Zeit angeben, und in vielen Monaten sieht man den Tag nicht. Oft setzen sich plötzlich die Spalten und erdrücken die Arbeiter, sodass es bereits weniger tollkühn erscheint, die Perlen und Purpurschnecken aus der Tiefe des Meeres zu holen; so viel gefährlicher haben wir die Erde gemacht. Man lässt deshalb an vielen Stellen Pfeiler stehen, um die Berge zu stützen. Bei beiden Bauarten stösst man auf festes Gestein, dieses sprengt man mit Feuer und Essig (Feuersetzen). Da aber das Verfahren durch den Dunst und den Rauch in den Strecken beschwerlich fällt, so zerschlägt man es noch öfter mit Brechhämmern, woran sich 150 Pfund Eisen befinden und schafft es Tag und Nacht auf den Schultern heraus, indem man

es in der Finsterniss immer dem Nächststehenden übergiebt; nur die letzten sehen das Tageslicht. Scheint das feste Gestein zu mächtig, so wendet sich der Bergmann nach der Seite und umgeht es, und doch wird die Arbeit an festem Gestein noch für leichter gehalten, als in einem gewissen kieseligen Lehm (gangadia), welcher fast nicht zu bewältigen ist. Man greift es (das Gestein) mit eisernen Keilen und mit denselben Hämmern an und hält nichts für stärker, wenn es nicht die Gier nach Gold selbst ist. Ist das Werk vollendet, so schlägt man die Pfeiler der Bogen (d. h. die Bergvesten) weg. Der nahende Einsturz giebt sich kund, doch bemerkt ihn allein der Wächter auf dem Gipfel des Berges. Er mahnt durch Rufen und Winken, die Arbeiter herauszurufen und eilt zugleich selbst davon. Der geborstene Berg fällt weit von der Stelle weg mit einem Gekrache, welches der menschliche Sinn nicht fassen kann, und die Sieger schauen mitten aus der unglaublichen Windsbraut den Einsturz der Natur." Im Weiteren schildert dann Plinius in gleich schwungvoller Weise das Auswaschen des Gesteins zur Gewinnung des Goldes.

Von den britannischen Bergwerken dürften an erster Stelle die Eisenbergwerke in den Bergen von Monmonthshire und zwar diejenigen von Forest of Dean zu nennen sein. Die letzteren sind uralt. Sie bestanden aus einer grossen Anzahl von Gängen und höhlenartigen Erweiterungen, von denen einzelne so geräumig wie ein Kirchenschiff sind. In Deutschland dürften sich in dem Salzkammergut die ältesten und bedeutendsten Kupfer- und Eisenbergwerke befunden haben. Das Kupferbergwerk auf dem Mitterberg bei Bischofshoven ist sogar schon in vorgeschichtlichen Zeiten im Betriebe gewesen.

Massangaben.

Die Angaben über die antiken Mafse, bezogen auf das gegenwärtig in Deutschland geltende Massystem, weichen von einander ab.

Im Nachstehenden sind einzelne der antiken Massangaben, soweit dieselben für den vorliegenden Fall Bedeutung haben, zusammengestellt.

1. Babylonisch-persische Mafse.

1 Parasange = 10000 königliche Ellen = 5250—5320 m,
1 babylonisches Stadium = 132—197 m,
1 persisches Stadinm = 264 m,
1 Schoene = 10500—11847 m,
1 Stathme = 21000 m,
1 Elle (Ner) = 533—548 mm,
1 königlicher Fuss = 315—$316\frac{2}{3}$ mm.

2. Aegyptische Mafse.

1 Palme = 4 Finger = 75 mm
6 Palmen = 1 Elle = 450 „
1 königliche Elle = 525 „

Die hebräischen Bezeichnungen sind:
für 1 Finger: etzba — für 1 Palme: tophah — für 1 Elle: amma.

3. Griechische Maſse.

1 Fuss (altgriechisch) = 30,83 cm.
1 Plethron = 100 Fuss = 30,83 m,
1 Plethron als Flächenmass = 9,5 a.
Das Stadion hat eine sehr abweichende Grösse.
Das äginäische, attische Stadion hatte 500 Fuss à 0,328 m = 164 m,
Das olympische Stadion = 600 Fuss à 0,320 m = 190—192 m,
Das griechisch-römische Stadion = 600 Fuss à 0,296 m = 178 m.

Gewichtsmaſse.

1 Talent (attisches oder euböisches) = 26,2 kg.
1 Talent = 60 Minen,
1 Mine = 0,436 kg.
1 Mine = 100 Drachmen,
1 Drachme = 0,00436 kg.
1 Drachme = 6 Obolen (à 0,7 g).

4. Römische Maſse.

A. Längenmaſse.

Der römische Fuss hatte eine Länge von 0,29574 m, d. h. fast dieselbe Grösse wie der attische.

Das Fussmaass besass eine zweifache Theilung, die ältere italische in 12 unciae und die bei den Technikern gebräuchliche in 16 digiti. Es sind:

1 digitus = 0,0185 m
4 digiti = 1 palmus = 0,0739 „
16 digiti = 1 pes = 0,2957 „
20 digiti = 1 palmipes = 0,3697 „
24 digiti = 1 cubitus = 0,4436 „
2½ pedes = 1 gradus = 0,7395 „
5 pedes = 1 passus = 1,4790 „
120 pedes = 1 actus = 35,4890 „
625 pedes = 125 passus = 1 stadium = 184,84 m
5000 pedes = 1000 passus = 1 römische Meile = 1478,70 „

B. Flächenmaſse.

Die Einheit des Flächenmasses ist das iugerum, ein Rechteck von 240 Fuss Länge und 120 Fuss Breite.

1 iugerum = 2518,88 qm,
½ iugerum = 1 actus quadratus = 1259,44 qm,
1 actus = 4 climata,
1 clima = 36 decempedae quadratae = 100 Quadratfuss,
1 iugerum = 28 800 Quadratfuss,
200 iugera = 1 centuria = 50,377 ha,
1 Quadratfuss = 0,08746 qm.

Als Maſs für trockene Waaren, z. B. Getreide, war der Modius im Gebrauch.
Ein Modius = 8,754 l.

Ergebnisse des ersten Kapitels.

Eine summarische Zusammenfassung der in dem ersten Kapitel behandelten Gegenstände führt zu den folgenden Ergebnissen:

Schon für eine sehr frühe Periode der geschichtlichen Ueberlieferungen lässt sich eine verhältnissmässig weit fortgeschrittene Entwickelung der Ingenieurtechnik nachweisen. Wenn auch das Maschinenwesen im Verhältniss zu dem Ingenieurwesen weniger fortgeschritten ist, so hat es doch ebenfalls mancherlei bemerkenswerthe Leistungen hervorgebracht. Frühzeitig wurden von verschiedenen Völkern Transporte schwerer Lasten ausgeführt, wobei von mechanischen Hilfsmitteln Anwendung gemacht ist. Die Verwendung natürlicher und künstlicher Baumaterialien erfolgte in zweckentsprechender Form. In der Herstellung des künstlichen Baumaterials wurden zum Theil hervorragende Leistungen erzielt. Der Werth des Mörtels wurde erkannt, und der menschliche Scharfsinn kam auf die Anwendung hydraulischer Bindemittel. Die Ausführung der grossen Ingenieurbauten geschah in geregelter Art und Weise und, wie für verschiedene Völker nachweisbar, auf der Grundlage einer sorgfältig vorbereiteten Vergebung durch Unternehmer. Zahlreiche Industrien entstanden bereits. Der so überaus wichtige Bergbau erreichte eine grosse Ausdehnung, muss jedoch infolge der grausamen Behandlung der Bergwerkssklaven als ein wenig erfreulicher Zweig der antiken Ingenieurtechnik bezeichnet werden.

Litteratur-Nachweis zum ersten Kapitel.

Reuleaux, Theoretische Kinematik.
Holzer, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Maschinen (Civilingenieur 1887).
Beck, Historische Notizen (Civilingenieur 1886, 1887, 1888).
Pregél, Die Technik im Alterthum (Jahresbericht der Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz 1896).
Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd 1, 3.
Lepsius, Ueber den Bau der Pyramiden.
Hirt, Geschichte der Baukunst der Alten.
Brugsch-Pascha, Die neuesten Entdeckungen auf den Pyramidenfeldern von Memphis (Westermanns Monatshefte, Bd. 51).
Dr. Beck, Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung.
Vitruv, Baukunst. Uebersetzung von August Rode.
Dörpfeld, Altgriechische Submissionsbedingungen (Centralblatt der Bauverwaltung 1882).
Rüstow, Geschichte des Griechischen Kriegswesens.
Karten von Attika von E. Curtius und J. A. Kaupert. Erläuternder Text Heft III—IV (von Arth. Milchhöfer).
Borrmann, Die Keramik in der Baukunst (Handbuch der Architektur, 1. Theil, 4. Bd.).
Reuleaux, Ueber das Wasser in seiner Bedeutung für die Völkerwohlfahrt.
Hübner, Römische Bergwerksverwaltung (Deutsche Rundschau, Bd. XII).
Wittich, Umriss der Längenmafs-Systeme des Alterthums (Philologus, 20. Jahrgang).
— Metrologische Beiträge (Philologus, 24. Jahrgang).
Oppert, L'étalon des mesures assyriennes (Journal asiatique, VII. Serie, 4. Bd.).
Marquardt, Römische Staatsverwaltung, Bd. 2.

Zweites Kapitel.

Bewässerungsanlagen, Kanäle, Emissare, Strombauten und Drainirungen.

1. Allgemeines.

Der englische Ingenieur Telford hat, wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, die Ingenieurtechnik als diejenige Kunst und Wissenschaft definirt, welche die Kraftquellen der Natur dem Nutzen und der Annehmlichkeit des Menschen dienstbar macht. In diesem Sinne aufgefasst, ist der Beginn der Thätigkeit des Ingenieurs auf die Voraussetzung der Erreichung einer bereits weiter vorgeschrittenen Kulturstufe zu basiren. Der Anfang der Geschichte der Ingenieurtechnik ist mithin in einen Zeitraum zu verlegen, in welchem der Mensch aus dem Jäger und Hirten bereits zum Ackerbauer geworden war, eine Entwicklungsreihe, die jedoch keineswegs überall in dieser Gleichmässigkeit Geltung hat. Das wichtigste Erforderniss des Menschen, die Stillung seines Hungers durch Fruchtbarmachung des Bodens, auf dem er verweilte, gab wohl zweifellos den Anstoss zu den ersten Ingenieurbauten, als welche die zum Zweck der künstlichen Bewässerung entstandenen Anlagen zu betrachten sein dürften. Auch Charles Blacker Vignoles erblickt in dem Individuum, welches zuerst einen Brunnen herstellte und mittelst eines Gefässes Wasser an die Erdoberfläche schaffte, den ersten Ingenieur. Trotzdem diese Bewässerungsanlagen in den verschiedensten Theilen der Erde alle dem gleichen Zweck dienten, so nahmen sie doch durch ihre Anpassung an die gegebenen lokalen Verhältnisse eine von einander abweichende Form an.

Die auf diesem Gebiete in den frühesten Zeiten geschaffenen Werke haben die Ingenieure ihre ersten Triumphe feiern lassen, waren diese Anlagen doch von dem massgebendsten Einfluss auf die Entwicklung der Menschheit. Zwischen der Schaffung dieser antiken Anlagen und der Herstellung unserer modernen Schöpfungen besteht jedoch ein ganz gewaltiger Unterschied. Während bei den Letzteren die Menschen durch die mannigfaltigsten und leistungsfähigsten

Maschinen, zu deren Betrieb nicht einmal mehr die Kraft der Menschen oder diejenige der Thiere erforderlich ist, unterstützt werden, wurden die Werke der antiken Ingenieure fast lediglich durch Handarbeit hervorgebracht. Dem Alterthum waren zwar, wie oben ausgeführt ist, mancherlei Maschinen bekannt, der Unterschied zwischen dem antiken und modernen Maschinenwesen, speciell zwischen den antiken und modernen Baumaschinen ist jedoch ein so gewaltiger, dass der Einfluss des Maschinenwesens in der antiken Ingenieurtechnik nur in geringem Grade in Betracht kommt. Die gewaltigen Schöpfungen des Alterthums waren nur möglich unter socialen Verhältnissen, die von denen der Jetztzeit abwichen.

Das Bedürfniss der Bewässerung trat naturgemäss zuerst in den südlich gelegenen Ländern auf, da bei der intensiven Wirkung der Sonne in diesen Landstrichen nur die Ausführung einer künstlichen, gesicherten Anfeuchtung die Möglichkeit einer Ernte gab. Diese Bewässerung der Ländereien erfolgte entweder, wie auch jetzt noch, durch Ueberstauung oder durch Berieselung. Vorzugsweise kam im Alterthum die erste Methode zur Anwendung.

Wo zuerst eine solche künstliche Bewässerung vorgenommen wurde, hat bis jetzt die Forschung nicht mit Sicherheit nachzuweisen vermocht. Die Frage der Entstehungsstätte der Kultur ist noch nicht beantwortet. Die Ansicht neigt dahin, dass wohl Centralasien ein gemeinsamer Ausgangspunkt jener Völkerschaften gewesen sein kann, die in der Geschichte als die Schöpfer der ersten Kulturherde zu verzeichnen sind. Diese Ansicht stützt sich in erster Linie auf die Gemeinsamkeit der Mondstationen der hier in Betracht kommenden Völker. Als Kulturherde sind zu nennen: Babylonien, Aegypten, China, Indien und in Amerika Mexico und Peru. Die beiden letzteren Länder sollen in dem vorliegenden Werke nicht berücksichtigt werden, da die in diesen Gebieten geschaffenen Ingenieurbauten, von welchen wir genauere Kenntniss haben, zum grösseren Theil einer späteren Geschichtsperiode angehören.

Sämmtliche vier selbständige Heimstätten der Civilisation der alten Welt liegen, im Gegensatz zu denjenigen des neuen Kontinents, in Tiefländern und an Strömen der subtropischen Zone. Nur die beiden westlichen Kulturherde, Babylonien und Aegypten, liegen verhältnissmässig dicht bei einander, während der indische am Ganges und der chinesische am Hoang-ho durch weite und schwer zugängliche Gebirge von den übrigen getrennt sind.

Während die chaldäische und ägyptische Kultur durch vielfache Berührung mit einander gegenseitig eine befruchtende Wirkung ausübten und neue Kulturen mit neuen Sitzen erzeugten, scheint der chinesische Kulturherd für sich abgeschlossen geblieben zu sein.

Diese Abgeschlossenheit dürfte zwei Jahrtausende gewährt haben. Ihr vorangegangen ist jedoch wohl eine Berührung des chinesischen Volkes mit den arischen Völkern, neigt sich doch die neuere Forschung immer mehr der Ansicht zu, dass die einst umfangreichen Oasen am Südrande des Tarym-

Beckens, zwischen dem Lop-nor und Khotan, die Urheimath der Chinesen sind, woselbst diese die Kunst des Ackerbaues lernten und von wo aus sie nach China auswanderten, die Kunst der Berieselung nach dort bereits mitbringend.

Die Betrachtung der ältesten Ingenieurschöpfungen dürfte hiernach in der Reihenfolge zu geschehen haben, die sich aus dem Obigen ergiebt. Zunächst sind die eigentlichen Kulturherde zu besprechen: Babylonien, dessen Kultur von manchen Forschern (besonders Hommel) für älter gehalten wird als diejenige Aegyptens, Aegypten, China und Indien.

Als von Babylonien und Aegypten beeinflusst sind Kleinasien und Syrien, und mittelbar Griechenland und Italien anzusehen.

Hommel ist der Ansicht, dass der babylonisch-assyrische Einfluss der mächtigere gewesen ist.

2. Babylonien und Assyrien.

Zwischen den beiden Ländern Babylonien und Aegypten herrschte in vielen Punkten eine bereits oft betonte, weitgehende Gleichheit. Von massgebendster Bedeutung war für beide Länder das Vorhandensein von Flüssen (in Babylonien der Euphrat und Tigris, in Aegypten der Nil), die ganz ungemein zur Fruchtbarkeit des Landes beitrugen. Beide Länder bildeten in ihrem dem Meere zugewandten Theile Sumpfgebiete, deren Gewinnung für den Anbau, wenigstens soweit Aegypten in Betracht kommt, erst in einem späteren Stadium der Entwickelung stattfand. Das von den beiden Strömen Euphrat und Tigris eingeschlossene Land umfasst zwei verschiedene Landschaften: Mesopotamien und Babylonien oder Chaldäa. Mesopotamien wurde im Alterthum das ganze, zwischen den beiden genannten Flüssen liegende Land genannt. Im engeren Sinne wurde hiermit das Land südlich von dem armenischen Hochgebirge bis zu der durch die Näherung der beiden Ströme gebildeten Enge bezeichnet. Babylonien hiess das von hier nach dem Meere hin sich erstreckende Land. Während Mesopotamien stets nur an den Flussthälern schmale Kulturzonen besass, war ganz Babylonien ein Fruchtgarten. Die beiden Flussthäler haben in ihrem oberen Lauf eine ganz verschiedene, von einander unabhängige Entwickelung durchgemacht. Das Euphratthal ist hier nie zu besonderer Bedeutung gelangt; da sich beiderseits Wüsten anschliessen, war nur unmittelbar an seinen Ufern der Anbau möglich. Oestlich am Tigris dagegen erhebt sich ein Gebirge, bis zu dem sich das anbaufähige Land erstreckte, das dann in den Gebirgsthälern seine Fortsetzung fand. Auf dieser Fläche entwickelte sich Assyrien. Aelter jedoch als die Kultur, die hier ihren Sitz aufschlug, war diejenige Babyloniens.

Das älteste Volk, das in Babylonien Spuren seiner hervorragenden kulturellen Thätigkeit zurückgelassen hat, ist nach den neueren Forschungen dasjenige der Sumerier. Die Sumerier gehörten der turktartarischen, also der mongolischen Rasse im weiteren Sinne an. Sie wanderten von Centralasien

her in das sumpfige Euphratland ein. Die oben erwähnte, gemeinsame Ursprungsstelle der chinesischen und babylonischen Kultur findet hierdurch eine weitere Stütze. Die neueren Forschungen gehen nunmehr auf vier und ein halb Jahrtausend v. Chr. zurück, bis zu welchem Zeitpunkte sich bereits eine hochentwickelte Kultur in Babylonien, speciell in Akkad nnd Sumir nachweisen lässt.

Diese sumerische Kultur wurde frühzeitig durch Semiten beeinflusst, die allmählich die Herrschaft völlig an sich rissen (drittes Jahrtausend v. Chr.).

Gegen das Jahr 1300 v. Chr. fiel das Land in die Hände der Assyrer, die ihre Herrschaft bis zum persischen Meerbusen ausdehnten und im 11. Jahrhundert bis zum oberen Euphrat vordrangen. Ihre Hauptstadt war seit dem 9. Jahrhundert Ninive. Im Laufe der folgenden Jahrhunderte unterwarfen sie sich das östliche Klein-Asien und gelangten bis zum Gestade des Mittelmeeres. Durch die Uebertragung ihrer Kenntnisse auf die Phönizier und von diesen auf die Griechen wurden die Assyrer die Lehrmeister des Westens, während in östlicher Richtung die Kultur der Meder und Perser durch sie beeinflusst wurde.

Gegen die Mitte des 8. Jahrhunderts v. Chr. begründete Nabonassar die babylonische Dynastie unter assyrischer Oberhoheit. Die Herrschaft der Assyrer wurde von Nabopolassar (625—604 v. Chr.) und dem Mederkönig Kyaxares gestürzt und das chaldäische Weltreich gegründet, das unter Nebukadnezar (604—561 v. Chr.) seinen Höhepunkt erreichte und Babylon neu entstehen liess. Dieses babylonische Reich ging jedoch bereits 538 v. Chr. zu Grunde, indem es in die Hände des Perserkönigs Cyrus fiel. Als das persische Reich dem Ansturm Alexander des Grossen erlag, fiel auch Babylonien in die Hände des Macedoniers, dessen Herrschaft diejenige der Seleuciden und Parther folgte. Nur kurze Zeit übten die Römer in einzelnen Theilen des Landes ihren Einfluss aus.

Babylonien dürfte ursprünglich ein ähnliches Bild dargeboten haben wie jetzt, angefüllt mit Sümpfen und trostlosen Wüsteneien. Es ist gewiss eine Erinnerung an den ältesten Zustand Chaldäas, schreibt Hommel, wenn die sumerische Mythologie an den Anfang der Dinge das Urwasser oder Chaos setzt.

Zur Zeit der Schneeschmelze stürzen ungeheuere Wassermassen von dem armenischen Hochgebirge herab, die namentlich durch den Tigris zum Abfluss kommen, wobei jedoch sowohl dieser „pfeilschnelle" Strom wie der Euphrat über ihre Ufer treten, das Land unter Wasser setzen und die zurückbleibenden Mengen Sümpfe bilden.

Mühselig musste der Boden durch Ziehung von Kanälen und Gräben dem Anbau gewonnen werden. Die Natur des Landes zwang die Menschen zu einem Eingreifen, die Verhältnisse spannten die Intelligenz an, und den Bewohnern gelang es, in dem Kampfe gegen die Natur den Sieg davon zu tragen und Sicherheit und Wohlstand zu erringen. Die Frage, wer diese Arbeiten zuerst in Angriff genommen habe, beantwortet Hommel dahin, dass dies die Sumerier gewesen seien.

Gegen die Gefahr der Ueberfluthung konnten sich die Menschen nur durch die Errichtung von Deichen und Dämmen sichern. Ob die Entstehung der Kanäle, wie Delitzsch annimmt, aus dem Gedanken hervorgegangen ist, durch eine Theilung der Wassermassen eine Verminderung derselben zu bewirken, bleibe dahingestellt, wahrscheinlicher dürfte es sein, dass der Wunsch, das Wasser zu Bewässerungszwecken zu vertheilen, den Anstoss zu der Entstehung der Kanäle gegeben hat.

Zur Versumpfung des Landes trug nicht wenig die verschiedene Höhenlage der beiden Ströme bei. Während im oberen Theil der Euphrat höher als der Tigris liegt und deshalb bei den jährlichen Ueberschwemmungen zu letzterem durchbrach, besitzt der Tigris im unteren Theil ein höheres Niveau als der Euphrat, so dass die Abzweigungen des Tigris den Euphrat zu erreichen vermögen. Diese Verhältnisse bestehen auch gegenwärtig wieder.

Vor Jahrtausenden wussten die Einwohner sich geschickt die natürlichen Verhältnisse zu Nutze zu machen. Sie benutzten die verschiedene Höhenlage der Ströme und das periodische Anschwellen derselben, um das Wasser für die Zwecke der Bewässerung nach allen Theilen zu leiten. Die überfluthenden Gewässer wurden eingedämmt und die stagnirenden Sümpfe ausgetrocknet.

Hunderte von Kanälen durchschnitten das Land, dasselbe zur Kornkammer Vorderasiens machend, in der das Getreide (Weizen) ein 50—300faches Korn lieferte.

Der Boden Babyloniens ist auf einer Fläche von etwa 700 km Länge und 300 km Breite fettes Alluvium, d. h. angeschwemmtes Land, das bereits bei wenig Unterstützung durch Wasser infolge der vorhandenen Wärme die üppigste Vegetation hervorbringt. Die hier in Betracht kommende Fläche besitzt etwa die Grösse Italiens.

Nach Ablauf des Wassers der Schneeschmelze lag das Land an den Flüssen so hoch, dass das zu Bewässerungszwecken dienende Wasser gehoben werden musste, wozu künstliche Maschinen, Schöpfräder und andere Vorrichtungen, die theils von Menschen, theils von Thieren bewegt wurden, dienten.

Die alten chaldäischen Könige erkannten die Wichtigkeit der Bewässerungsanlagen für den Wohlstand des Landes in vollem Maſse. Bei Aufzählung ihrer Grossthaten werden die von ihnen geschaffenen Werke der Irrigationskunst stets besonders betont. So rühmt sich besonders Chammu-ragas, dem Lande Sumir (Süd-Assyrien) und Akkad (das Land zwischen Kar-Dumas, dem unterchaldäischen Küstenland und der Gegend von Babylon) Wasser durch Kanäle zugeführt zu haben.

Der Arbeiten an dem Euphrat und Tigris geschieht in einer Kontrakttafel aus der Zeit des Königs Kudur-Mahug (etwa 1960—1920 v. Chr.) Erwähnung, in welcher von der Regulirung des „Flusses von Ukib-Num-Ki“ (d. i. der Euphrat) und jener des Idigna (Tigris), des „Flusses der Götter, nach dem

Ufer des Meeres zu", die Rede ist. (Nun-Ki ist der Ort der Wasserwohnung oder des Urwassers.)

Zu ausserordentlicher Blüthe brachte der oben bereits erwähnte Chammu-ragas (1923—1868 v. Chr.) ganz Babylonien, indem dieser grosse König neben Bauten zu seiner und der Götter Verherrlichnng auch zahlreiche Anlagen, die zur Wohlfahrt des Landes beitrugen, schaffen liess. Als ein Beweis für die unter diesem Herrscher eingetretene Hebung der Verhältnisse wird das Steigen der Grundstückspreise angesehen.

Von der segensreichen Thätigkeit Chammu-ragas giebt die sogenannte Kanalschrift ein deutliches Bild. Dieselbe lautet:

„Chammu-ragas, der mächtige König, König von Ka-dingirra (Babel), König, der gehorchen lässt die vier Gegenden, der Gewinner des Sieges des Gottes Mardug, des Hirten, der wohlthut seinem Herzen, bin ich. Zur Zeit, da die Götter Anu und Jubil (Bel) das Volk von Sumir und Akkad zu beherrschen verliehen, ihr Scepter in meine Hand füllten (d. i. mit der Oberhoheit über sie mich belehnten), grub ich den Kanal „Chammu-ragas = Segen des Volkes" (oder auch den „Chammnragas-Kanal", einen Segen des Volkes), der da mit sich führt Wasser des Ueberflusses für das Volk von Sumir und Akkad. Seine Ufer zu beiden Seiten bestimmte ich für die Ernährung, Scheffel von Korn goss ich aus. Dauernde Wasser schuf ich für das Volk von Sumir und Akkad. Das Volk von Sumir und Akkad, ihre zahlreichen Scharen brachte ich zusammen; Speise und Trank schuf ich für sie (eben durch die genannte Kanalanlage). Mit Segen und Ueberfluss beschenkte ich sie, in behaglicher Wohnung liess ich sie wohnen. Von da an Chammu-ragas, der gewaltige König, der Günstling der grossen Götter bin ich; mit den bedeutenden Kräften, welche Mardug verliehen, baute ich eine hohe Burg mit grossen Zugängen (Thoren), deren Spitzen (Thürme) gleich sa-tu-im (Bergen?) hoch sind, am Ausgangspunkt (eigentl. Haupt) des Kanals „Chammu-ragas, Segen des Volkes". Diese Burg nannte ich Sin-muballit-Burg nach dem Namen des Vaters, meines Erzeugers. Die Statue des Sin-muballit, des Vaters, meines Erzeugers, stellte ich an den (vier) Himmelsgegenden (bezw. den vier Seiten der in Form eines Rechteckes erbauten Burg) auf."

Eine Angabe, welche die Unterlassung der Unterhaltungsarbeiten an den für den Bestand des Landes so bedeutsamen Kanalanlagen betrifft, findet sich gleichfalls. Nach derselben haben die Könige Rammân-nirâri II. und Tuklâti-Nindar II. (911—884 v. Chr.) aus irgend welchen Gründen die Pflege und Regulirung der von ihren unmittelbaren Vorgängern angelegten Wasserstrassen unterlassen. Sofort zeigten sich die Folgen dieses Verhaltens, indem das Wasser in den Kanälen versiegte und die ganze Anlage den Dienst versagte.

Die beiden genannten Könige gehören bereits den assyrischen Fürsten an. Der Nachfolger derselben, Assurnâssirpal (884—860 v. Chr.), regierte 25 Jahre lang glorreich das Land. Er erneuerte zahlreiche der von seinen

Vorgängern vollführten und, wie oben erwähnt, wieder in Verfall gerathenen Bauten, namentlich Kanalanlagen. Auf dem sogenannten zerbrochenen Obelisken heisst es: „Den Kanal, welchen Assur-dân, der König von Assyrien, gegraben hatte, der Anfang dieses Kanals war hin geworden, und dreissig Jahre lang waren die Wasser in ihm nicht geflossen, den Anfang des Kanals änderte ich um und grub ich (neu), Wasser leitete ich hinein, Gärten legte ich an . . . . die grosse Seitenmauer (?) des Tigris-Thors, welches Rammân-nirâri, der König von Assyrien, gebaut hatte, war verfallen und zu Grunde gegangen, von oberhalb der Wasser ihres Grabens (?) aus erhöhte ich sie mit Asphalt und Backsteinen um 5 Maſse. . . . . .“

Derselbe Herrscher liess einen Kanal vom oberen Zab aus graben und nannte denselben „Bâbilti-cbigalli“ (d. i. Bringerin des Ueberflusses). An seinen Ufern liess er Gärten anlegen und Palmen, Fruchtbäume aller Art und Weinstöcke anpflanzen.

Der Nachfolger Assurnâssirpals war Salmanassar II. (859—822 v. Chr.), dem Samsi-Rammân IV. (824—812 v. Chr.) und Rammân-nirâri III. (811—783 v. Chr.) folgten. Die Frau des Letzteren (bezw. die des Samsi-Rammân) war eine babylonische Prinzessin, Sammuramat (Semiramis). Die Vermuthung, dass Letztere die Mutter und nicht die Gemahlin des Rammân-nirâri gewesen sei, scheint sich immer mehr zu bestätigen. Herodot hielt die berühmte Semiramis der späteren Sage für eine babylonische Königin, die fünf Generationen vor Nitokris gelebt habe. Die Sage hat Semiramis mit dem Nimbus einer Weltherrscherin umkleidet und ihr die Erbauung wichtiger Schlösser, die Anlegung kolossaler Strassen- und Wasserleitungsbauten zugeschrieben. Die Tradition über Assyrien begann bei den Hebräern und Griechen etwa mit dem 8. Jahrhundert v. Chr., d. h. also mit einem Zeitpunkte, von dem jetzt mit Sicherheit bekannt ist, dass die Geschichte bis dahin bereits mehrere Jahrtausende verzeichnet hatte.

Die grösste Blüthe erreichte das assyrische Reich unter den Sargoniden (721—606 v. Chr.), deren erster Vertreter Sargon (720—705 v. Chr.) sich durch Usurpation des assyrischen Thrones bemächtigt hatte. Wie aus den Cylinderinschriften hervorgeht, war er darauf bedacht, den Boden urbar zu machen, Rohr anzupflanzen und manch' wüsten Landstrich, der unter den früheren Königen keinen Bewässerungskanal gekannt hatte, Getreide tragen zu lassen.

Der Nachfolger Sargons, Senacherib (704—681 v. Chr.), wandte Ninive seine Hauptsorgfalt zu und liess zur Wasserversorgung dieser Stadt eine Anzahl Kanäle graben, auf welche in dem VI. Kapitel (Wasserversorgungsanlagen) zurückzukommen sein wird.

Unter Assurbanipal (668 bis ca. 640 v. Chr.), welchem viele der Züge in der Schilderung des Sardanapal entnommen sein dürften, wird der „Oberaufseher über die Kanalbauten (gù-inna)“ erwähnt, ein Beamter, der in dem kanalreichen Südbabylonien eine einflussreiche Rolle spielte. Unter den Söhnen Assurbanipals brach das Unglück über Assyrien herein, und im Jahre 625 v. Chr. nahm mit

Nabopolassars (625—605 v. Chr.) Empörung das neubabylonische Reich seinen Anfang.

Auf die Bauten, die angeblich nunmehr entstanden, bezieht sich der Bericht Herodots, wobei jedoch hervorzuheben sein dürfte, dass derselbe von Widersprüchen resp. Verwechselungen nicht frei ist und dass wohl die betreffenden Schöpfungen in Wirklichkeit zum Theil einer früheren, Herodot unbekannt gebliebenen Zeit angehören.

Herodot berichtet über die Wasserbauten Babyloniens in seinem ersten Buche das folgende: „Die Königin Nitokris gab dem früher ganz gerade fliessenden Euphratstrom, der da mitten durch die Stadt floss, mittelst Kanälen, die sie von oben her graben liess, einen so gekrümmten Lauf, dass er auf seinem Laufe dreimal an einen der Flecken im Lande Assyrien kommt. Dieses Dorf, zu welchem der Euphrat kommt, hat den Namen Arderikka. Auch jetzt noch kommen alle diejenigen, welche auf diesem (mittelländischen) Meer nach Babylon sich begeben, anf ihrer Fahrt den Enphrat herunter dreimal an dasselbe Dorf und in drei Tagen. So war das Werk, das sie ausführte. Dann führte sie am beiderseitigen Rande des Flusses (Euphrat) einen Damm auf, der in Bezug auf seine Grösse und Höhe so bewunderungswürdig zu sehen ist, wie irgend etwas. Unterhalb Babylon aber grub sie ein Bett für einen See aus, indem sie in geringer Entfernung von dem Fluss so lange fort in die Tiefe graben liess, bis man auf Wasser stiess, in der Breite aber ihm einen Umfang von vierhundertzwanzig Stadien (d. i. über 10 geographische Meilen) gab; die Erde, welche daraus gegraben war, verwendete sie dann zu einem Damm, den sie an den beiden Rändern des Flusses aufschütten liess; und als die Ausgrabung beendigt war, liess sie Steine herbeischaffen, und rings um den See herum eine Einfassungsmauer aufführen. Diese beiden Unternehmungen, die Krümmung des Flusses und die Ausgrabung des ganzen Sees, veranstaltete sie aus dem Grunde, damit der Fluss, in vielen Krümmungen sich brechend, langsamer flösse und die Fahrt nach Babylon ebenfalls gekrümmt sei, auf die Fahrt aber ein weiter Umweg um den See folge; auch bewerkstelligte sie dies an der Seite des Landes, wo die Eingänge in dasselbe waren und der kürzeste Weg aus Medien, damit die Meder im Verkehr nicht mit ihren Verhältnissen bekannt würden“.

Weiterhin schreibt Herodot: „Das Land der Assyrer wird nur wenig beregnet; was die Wurzel des Getreides ernährt, ist folgendes: Das Saatfeld wächst durch Bewässerung aus dem Fluss, und das Getreide wird reif, nicht wie in Aegypten, wo der Fluss selbst auf die Felder austritt, sondern es wird durch der Hände und der Pumpen Arbeit bewässert. Denn das ganze Land Babylonien ist ebenso wie Aegypten von Kanälen durchschnitten, von welchen der grösseste selbst mit Schiffen zu befahren ist; er liegt nach der Wintersonne zu und läuft vom Euphrat aus in einen anderen Fluss, den Tigris, an welchem die Stadt Ninus erbaut war.“

Die Königin Nitokris, von welcher Herodot spricht, ist aller Wahrscheinlichkeit nach die Mutter Nebukadnezars (Hommel schreibt Nebukadrezar). Die Bestrebungen des Sohnes der Nitokris und des Nabopolassar waren in hohem Maſse auf die Hebung der Landeswohlfahrt gerichtet. Durch seine Thatkraft entstanden zahlreiche Verbesserungen der Schiffahrtswege. Unter ihm wurden die nach Babylonien geführten jüdischen Fürsten und Krieger, Bauleute und Schmiede am Kanale Kebar (d. i. Kibru Kanalufer) angesiedelt, und beweinten die nach der abermaligen Empörung und der Zerstörung Jerusalems ins Exil geführten Juden ihr Schicksal an dem Wasser von Babel. An dem Euphrat kamen bei Babylon bedeutende Quaibauten zur Ausführung.

Von den Kanalbauten ist an erster Stelle der Königskanal, der „Nahar malka“, zu nennen. Derselbe verband wie der Isa-Sarsar- und Nilkanal den Euphrat mit dem Tigris und war in solchen Dimensionen angelegt, dass er eine Befahrung mit den damaligen Kriegsschiffen gestattete. Der Kanal, dessen Spuren noch erhalten sind, ging bei dem heutigen Feludscha vom Euphrat ab und erreichte den Tigris an der Stelle, an welcher sich in späterer Zeit das gewaltige Seleucia erhob.

Von diesen Verbindungskanälen zweigten Hunderte von grösseren und kleineren Kanälen ab.

Mit dem Nahar malka stand ein bei Sippira angelegtes grosses Bassin von 60 km Umfang in Verbindung. Die zur Schaffung dieses Reservoirs ausgeschachtete Erde wurde zu Deichschüttungen verwandt.

Um die Gefahren des Euphrat-Hochwassers im Frühling und Sommer zu mässigen, wurde unter Nebukadnezar der 600 km lange Kanal Pallakopas geschaffen, der gleichzeitig dazu diente, die Sumpfgebiete an der Euphratmündung zu verbessern und eine fahrbare Wasserstrasse herzustellen. Er mündete bei der von diesem Fürsten gegründeten Stadt Diridotis. Die Ausführung dieses Kanals muss eine ganz aussergewöhnlich schwierige Arbeit gewesen sein.

Im November jeden Jahres musste der Kanal geschlossen werden, da sonst eine Bewässerung der Ländereien nicht möglich war, indem durch den Kanal zu viel Wasser zum Abflusse gekommen wäre. Die Aufgabe des Schliessens war sehr kostspielig und mühevoll. Sie lag dem Satrapen von Babylon ob und bedingte die Beschäftigung von 10000 Menschen während dreier Monate. Um den Umfang dieser Arbeit einzuschränken, liess Alexander der Grosse eine neue Kanalmündung, die festeren Boden durchschnitt, herstellen. Die frühere Mündung sollte fortan für immer geschlossen bleiben, da Alexander hoffte, dass die neue Mündung leichter geöffnet und geschlossen werden könnte. Die Spuren des Pallakopas mit seinen vielen Seen sind heute noch zu verfolgen. Niebuhr schätzte die einstige Länge dieses Kanals (von Babylon bis zur Euphratmündung bei Teredon oder Diridotis) auf 80 geographische Meilen (wie oben angegeben 600 km), und erblickte mit Recht in diesem durch einen Wüstenstrich gegrabenen Wasserweg ein hervorragendes Werk des chaldäischen Volkes,

bedingte doch die damals allein zur Verfügung stehende Menschenkraft die Vereinigung vieler Tausende zur Schaffung derartiger Riesenbauten.

Von den Nachfolgern Nebukadnezars liess Nirgal-scharussur (559—556 v. Chr.) nach einer Inschrift einen Kanal hauen, dessen Wasser sich verlaufen hatten. Es heisst in derselben: „Ich, sein altes Bett suchte ich auf, den Lauf des Wassers wie vor Alters nach der Seite von I-Sagilla leitete ich, den Ostkanal, welchen ein früherer König hatte graben, aber seinen Damm (Ufermauer) nicht hatte bauen lassen, den liess ich (neu) graben und mit Erdpech und gebrannten Backsteinen bauen seinen Damm, Wasser des Ueberflusses, unaufhörlich strömende, gab ich dem Lande". In dieser Inschrift ist nach Hommels Ansicht von dem Ostkanal Bibil-chigalla die Rede, von dessen Instandsetzung bereits eine Inschrift Nebukadnezars handelt und der unter Assurnâssirpal angelegt worden war.

Die zahlreichen Kanäle, von welchen im Alterthum das ganze Land durchzogen war, bedurften zum grössten Theil, wie solches auch in Aegypten der Fall war, einer beständigen Nachhilfe, da das durchschnittene Erdreich zum grössten Theil weich ist und namentlich der Euphrat viel Schlamm mit sich führt. Die Wasserhaltung in den Kanälen war in den meisten Fällen eine sehr mühevolle; die Kanalwände mussten immer wieder von neuem befestigt werden.

Von dem Tigris wurden ebenso wie vom Euphrat bedeutende Ahleitungen abgezweigt, deren Wasser zu Bewässerungszwecken diente. Um einen solchen Abfluss von Wasser aus dem Tigris zu ermöglichen, war es nöthig, Querdämme zur Aufstauung des Wassers zu schaffen, da dieser Fluss von hohen Ufern eingeschlossen wird. Diese Dämme bedingten einen grossen Arbeitsaufwand, da sie in dem weichen Erdreich tiefe, aus Quadern erbaute Fundamente erhalten mussten.

Die Reste derartiger Dämme sind noch heute vorhanden, so finden sich solche bei Nimrud. Nach den Aussagen der Bewohner jener Gegend ist der Damm (Saker-el-Nimrud) aus grossen Steinen errichtet, die unter einander durch eiserne Klammern befestigt sind.

Diese Querdämme machten eine durchgehende Schifffahrt auf dem Tigris unmöglich. Alexander der Grosse, der diesen Fluss schiffbar machen und von hier aus eine Eroberung Arabiens versuchen wollte, liess viele dieser Hindernisse beseitigen.

An Stelle des in der Zwischenzeit verödeten, von Nebukadnezar angelegten Hafenplatzes Teredon oder Diridotis entstand an der Tigrismündung Alexandria mit einem Hafen, der 1000 Schiffe aufnehmen konnte. Ein ebenso grosser Hafen wurde von Alexander bei Babylon angelegt und mit den erforderlichen Bauten ausgerüstet.

In späteren Zeiten sind im Tigris wieder Dämme zur Anlegung gekommen.

Eine genaue Kenntniss des ursprünglichen Laufes des Tigris und Euphrat

ist nicht vorhanden, man weiss daher nicht genau, welche Veränderungen diese Flussläufe im Laufe der Zeit erlitten haben; dass dieselben sehr bedeutende gewesen sind, muss jedoch mit Bestimmtheit angenommen werden.

Bald nach Nebukadnezars kraftvoller Regierung fiel das babylonische Reich an die Perser. Unter dieser Herrschaft blieb Babylonien die vornehmste und reichste Satrapie, woraus Hirt mit Recht geschlossen hat, dass diejenigen Werke, von welchen der blühende Zustand des Landes vollständig abhängig war, in gutem Stande erhalten geblieben sein müssen. Es erscheint dies um so wahrscheinlicher, als der Uebergang des neubabylonischen Reiches an den Archämeniden Cyrus sich durchaus ohne alle Gewaltakte vollzogen zu haben scheint. Von den auf Veranlassung Alexander des Grossen geschaffenen Verbesserungen ist oben bereits die Rede gewesen. Sein früher Tod verhinderte ihn, manche der geplanten Veränderungen ausführen zu lassen.

Die Nachfolger Alexanders, die Seleuciden (307—64 v. Chr.), waren in zu viele Streitigkeiten verwickelt, um diesen entlegenen Provinzen die erforderliche Beachtung zuwenden zu können, und so fielen diese schliesslich den Parthern (129 v. Chr.) und alsdann den Römern zu. Von den Römern war nur Trajan bemüht, die römische Herrschaft voll zur Geltung zu bringen, auch ihn hinderte der frühe Tod, sein Vorhaben vollständig auszuführen, und allmählich ging nach einer abermaligen Glanzperiode unter den Moslems ein trauriger Wechsel vor sich, der die einst so blühenden Länder in Wüstenei und Verödung gerathen liess. Salzrinden bedecken heute die Flächen der einstigen Seen, und statt der früheren üppigen Kornfelder, die zu den fruchtbarsten der Erde gehörten, und der ausgedehnten und schönen Gärten findet man heute grosse Strecken unfruchtbaren Landes und Pfützen, in denen Schilf wächst. Trockenheit ist kommen über die Wasser Babylons, und sie sind versiegt.

Die Kenntniss der Kanäle Mesopotamiens hat durch neuere Forschungen (namentlich sind hierbei die verdienstvollen Leistungen eines Jones, Chesney, Rich, Rawlinson, Oppert zu erwähnen) eine ausserordentliche Förderung erfahren. Für den vorliegenden Zweck dürfte es jedoch nicht erforderlich sein, auf alle bisher ermittelten Einzelheiten dieses verwickelten Kanalnetzes einzugehen. Die Darstellung der antiken Kanalanlagen wird überdies dadurch erschwert, dass unter den Moslems später zahlreiche Kanäle Aenderungen erlitten haben und eine grosse Anzahl neu geschaffen wurde.

Als Hauptkanal der Ost-Tigrislandschaft ist der Nahrawân zu betrachten. Die Dämme dieses Kanals haben streckenweise nur noch eine Höhe von 6—10 Fuss, die Breite des Kanalbettes beträgt 80—300 Fuss. An einer Stelle erhebt sich der östliche Damm bis zu einer Höhe von 60 Fuss. Etwas unterhalb der Abzweigungsstelle vom Tigris finden sich die Pfeilerreste einer alten Schleuse, die Bleibrücke (Kantaret-er-Resâs) genannt. An dieser Stelle führte der Kanal Nahr Hafu dem Kâtûl (dem antiken Nahrawân) Wasser zu.

Ueber die babylonischen Kanäle macht Černik die folgenden Angaben:

„Nordwärts von Bagdad findet sich zwischen dem Diala und Tigris fruchtbares Land. In der Nähe der bei Hamadan befindlichen Quellen des Diala zweigt sich in einem 25 m breiten und 10 m tiefen Einschnitt ein alter Kanal ab, der sich durch zahllose Arme und Aederchen in den Distrikt Deli Abas und in das südlich desselben liegende Land ergiesst. Mit dem Diala säumt dieser Kanal einen an der breitesten Stelle etwa 10 km messenden Landstreifen ein. Nördlich von Teltauah erzeugt der Kanal einen mehrere Stunden Wegeslänge messenden Sumpf. Aus demselben geht ein mächtiger Arm ab, der den Namen Tachuilah führt. Im Verein mit seinem Mutterarme sendet dieser Tausende von Kanäle und Kanälchen in die fruchtbare Niederung von Teltauah. An der Abzweigungsstelle sind beide Kanäle 8 m breit und 4 m tief. Ein Zweig des Bahuschan-Kanals zieht sich bis in die Bagdader Niederung. Eine Meile nördlich von Teltauah mündet von der Tigrisseite her ein breiter und tiefer Kanal, der Nahrawân.“

Es liegt nach Černik die Annahme nahe, dass die heutigen Kanäle als Fragmente der alten mächtigen Bewässerungsader Nahrawân anzusehen sind. Bemerkenswerth ist, dass der im Norden von Bagdad befindliche Chaza Tschai in seinem mittleren Flusslauf die Eigenthümlichkeit unterirdischer Wasseradern, ähnlich wie solche sich in den Karst-Landschaften finden, besitzt. Nach diesem unterirdischen Flusslauf führen theils künstliche, theils natürliche Brunnen hinab, die von den Bewohnern fleissig benutzt werden.

In der Ebene zwischen Bagdad und Arbela fand Layard eine grosse Anzahl von Kanälen, über deren Alter er eine Angabe jedoch nicht macht. Dort, wo das Land zu hoch war, legten die Einwohner der Dörfer unterirdische Gänge an, die den persischen Kanduks (Kerises, s. später) ähnlich sein sollen, gleich diesen tief unter dem Boden hingehen und durch Schachte, die in regelmässigen Abständen angeordnet sind, Luft erhalten.

Die Ebene zwischen Khan-i-Zad und dem Euphrat ist nach Layards Angaben mit einem vollständigen Netze alter Kanäle und Wasserleitungen durchzogen. Die hohen Eindämmungen, die sich zu beiden Seiten der Wasserläufe in langen Linien hinziehen, trotzen noch dem Einfluss der Zeit und scheinen mehr ein Werk der Natur als ein solches von Menschenhänden zu sein. Der erwähnte Forscher fand ferner zwischen Museijib und den Ruinen von Babylon eine Unzahl von ausgetrockneten Kanälen, jedoch auch solche, die noch jetzt das Wasser des Flusses nach dem Inneren von Mesopotamien leiten. Die hohen Ufer der alten Kanäle durchschneiden das Land gleich natürlichen Bergrücken.

Nach den Berichten St. Cyrils von Alexandrien brachen etwa im Anfange des fünften Jahrhunderts n. Chr. die grossen, vom Euphrat abgeleiteten Kanäle durch und verwandelten die Umgebung von Babylon in einen Sumpf. Fünfzig Jahre später hatte der Fluss nach Cyrils Beschreibung einen anderen Lauf genommen.

Ein Irrigationsbauwerk von besonderem Interesse ist zweifellos der von den Arabern „Neguh“ (d. h. die Höhle) genannte Tunnel bei Nimrud.

Dieser Tunnel ist durch den Felsen getrieben und besitzt eine bedeutende Länge. Die Ausgänge sind niedrig und gewölbt. An den eigentlichen Tunnel schliesst sich ein offener Durchstich von einer Meile (engl.) Länge an. Nach Layard stammt dieses Werk aus der Zeit der zweiten assyrischen Dynastie. Sein Zweck ist nicht mit Sicherheit festgestellt. Der Tunnel kann angelegt worden sein, um die Gewässer des Zab zur Bewässerung in die umliegenden Gebiete zu leiten oder er bildet das Ende eines Kanals, durch welchen eine Verbindung mit dem Tigris hergestellt war. Seit seiner Erbauung hat die Höhenlage der Gewässer und des Landes jedenfalls grosse Veränderungen erlitten, da der Negub gegenwärtig mit Ausnahme der Hochwasserzeit trocken liegt, und selbst in dieser Periode das Wasser nur die Mündung erreicht.

Im Vorstehenden ist in der Hauptsache von Bewässerungsanlagen die Rede gewesen. Bemerkenswerth ist es, dass in dem Lande Babylonien nicht nur das älteste Irrigationswerk, sondern auch die erste Drainirung zur Ausführung gekommen sein dürfte. Bereits vor der Zeit des nordbabylonischen Königs Chammu-ragas (ca. 1900 v. Chr.) wurden Drainirungsanlagen geschaffen, welchen die unversehrte Erhaltung der Thonsärge und Grabgewölbe mit ihrem Inhalt in den Grabhügeln von Ur zuzuschreiben ist. Zur Entwässerung und Trockenerhaltung dieser Grabhügel wurden thönerne Röhren benutzt, die, wie Abb. 14 zeigt, in ihrem oberen Theile mit kleinen Löchern zum Eintreten des Wassers versehen waren. Ausserdem hatten dieselben am oberen Ende eine Einlaufsöffnung.

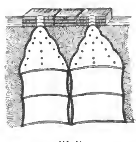


Abb. 14.
Drainirungsanlage in den Grabhügeln von Ur.

Den Babyloniern war in hohem Grade der Sinn für Mathematik eigen; die Sternkunde entwickelte sich in diesem Lande und ermöglichte die Berechnung von Sonnen- und Mondfinsternissen. Es kann daher nicht überraschen, dass auch das Vermessungswesen zur Ausbildung gelangte; liessen doch die hohe Landeskultur und die hierdurch verursachte Preissteigerung des Grundbesitzes eine Vermessung ausserordentlich wünschenswerth erscheinen. Bereits aus der Zeit des Chammu-ragas finden sich Kaufverträge, in denen das Land nach Sar vermessen ist.

Die Vermessungen wurden von Vermessern (mandi-di genannt) ausgeführt, die sachkundige Priesterastronomen gewesen zu sein scheinen. Der Grundbesitz wurde durch Grenzzeichen gesichert. Auf dem sogenannten Michaux'schen Kiesel der Pariser Nationalbibliothek, einem etwa 48 cm langen, 32 cm breiten Basaltkiesel, sind die einer Braut als Mitgift gegebenen Grundstücke verzeichnet.

Die meisten Grenzsteine zeigen das Bildniss des Schlangengottes Siru, welcher der Hauptschutzgott der Grenzen gewesen zu sein scheint.

Das Aufnahmeverfahren war ein sehr einfaches. In den meisten Fällen beschränkte es sich darauf, dass lediglich die Umgrenzungslinien gemessen wurden. Der Inhalt wurde durch Multiplikation der Mittelwerthe der beiden korrespondirenden Seiten bestimmt. Eine solche Methode hat z. B. bei der nachstehenden Vermessungsurkunde Anwendung gefunden.

16 Ellen 4 sussi die obere Langseite, im Westen die Seite des Hauses Balatu; 16 Ellen 4 sussi die untere Langseite, östlich die Strasse sikun-asu; 15 Ellen 6 sussi die obere Breitseite nördlich des Ausgangs des Balatu; 15 Ellen 6 sussi die untere Breitseite, südlich die Seite des Hauses des Bil-suna-iskun. Summe: 5 gi 10 sussi (Urkunde aus dem 6. Regierungsjahr des Cyrus).

Die vermessenen Grundstücke wurden genau nach Lage, Begrenzung u. s. w. beschrieben, unter Umständen sogar ein Plan oder eine Skizze darüber angefertigt.

Die Beschreibungen dürften, wie das folgende Beispiel zeigt, sehr eingehend gewesen sein.

5 gur 1 pi 18 ka Saatfeld, Grundstück des Flachlandes, Hain mit Dattelpalmen bestanden. Grundstück, mirisu und kiruba, unterhalb des Kanals der Göttin Bahitum, gegenüber dem Hauptthor des Gottes Zamana im Verwaltungsbezirk von Babylon.

Wenn auch ein Kataster nicht bestand, so muss sich doch im Laufe der Zeit eine ansehnliche Anzahl einzelner Grundstücksvermessungen angesammelt haben. Ueber die königlichen Gärten gab es Verzeichnisse, von denen Bruchstücke erhalten geblieben sind.

3. Aegypten.

Die Frage nach dem Alter der ägyptischen Kultur kann bis jetzt zwar mit Sicherheit nicht beantwortet werden, jedoch ist die Geschichtsforschung bereits bis zum Jahre 4500 v. Chr. vorgedrungen. Weit schwieriger noch ist die Beantwortung der Frage, woher die Aegypter eingewandert sind, denn für ein autochthones Volk des Nillandes gelten sie nicht. Ein Theil der neueren Forschung neigt sich der Ansicht zu, dass die Aegypter aus Asien eingewanderte Hamiten oder, wie Brugsch glaubt, Kuschiten seien. Die Beeinflussung der ägyptischen Kultur durch den äthiopischen Priesterstaat Meroë ist zwar eine offene Frage, doch neigt sich die Ansicht immer mehr dahin, dass von einer äthiopischen Urbildung keine Rede sein könne.

Bevor auf die Geschichte Aegyptens eingegangen wird, soll mit wenigen Worten der Entwickelung Meroës gedacht werden.

Meroë, Napata, Axum sind die Hauptorte, an welche die Geschichte hier anknüpft und von welchen sich die beiden letzteren aus den Trümmern Meroës erhoben haben dürften.

In und um Meroë hatten sich mehrere Volksstämme gelagert, von denen ein Theil Ackerbau trieb, während ein anderer aus Nomaden bestand und ein dritter

Theil als Jäger lebte. Die Metropole Meroë übte auf alle diese Stämme eine dauernde Herrschaft aus. Die Form des Staates war ein hierarchischer Aristokratismus. Die Geschichte Meroës ist noch sehr dunkel. Der ägyptische Sesostris soll in das Land eingebrochen sein und dasselbe unterworfen haben. Der Zerfall des Reiches in mehrere Staaten scheint während der persischen Herrschaft in Aegypten eingetreten zu sein.

Von den Ueberresten Axums, dem Acachum der Portugiesen, der Hauptstadt des axumitischen Reiches, sind an dieser Stelle nur der Wasserbehälter Erwähnung zu thun, über deren Konstruktion leider bestimmte Mittheilungen nicht vorzuliegen scheinen. Die axumitische Macht erhob sich zur Herrschaft über das rothe Meer, über Yemen und Saba, und die Erinnerung an die Königin Balkis, die Königin von Saba, ist hier, wie auch seltsamerweise in Ashantee nicht erloschen. Ebsamhal, berühmt durch seine kolossalen Felsenbauten, scheint der Hauptdurchgangsort des Verkehrs zwischen dem Reiche Meroë und der Thebais gewesen zu sein.

Die Spuren des in dem oberen Nillauf in uralten Zeiten stattfindenden Verkehrs erblickt man in den Terrassenbauten vor den Tempeln, die jedenfalls zum Landen der Schiffer dienten.

In dem engen Nilthal (bei Gyrshe) finden sich Strombauten, die 40 bis 60 Fuss weit in den Fluss hineinreichen und bestimmt waren, die Gewalt des Stromes zu brechen und das dahinter liegende Ufer zu schützen; als ihre Erbauer gelten die alten Nubier.

Zwischen Derr und Assuan bei Kalabshe befindet sich am Nilufer auf der Ostseite ein langer Quai, erbaut aus Quadern, die prismatisch behauen und eng aneinander gefügt sind.

In Kalabshe ist vor dem Tempel über dem Nilufer eine gepflasterte Terrasse vorhanden, die wahrscheinlich ebenfalls zum Anlanden bei hohem Wasser diente, denn nur bei solchem Wasserstande dürfte, der vielen Katarakte wegen, hier eine durchgehende Schiffahrt möglich gewesen sein.

An den Wänden eines in der Nähe des genannten Dorfes befindlichen Tempels sind zahlreiche Bilder eingehauen, von denen eines die Belagerung eines Thurmes darstellt, dessen Wand ein Krieger mit der Axt einzuschlagen versucht.

Nur an wenigen Stellen finden sich Bewässerungskanäle, da der Nil hier nicht hoch genug ansteigt, um dieselben zu füllen.

Bei der durch ihre Bautrümmer hochberühmten Insel Philae, deren Namen auf die Grenze hinweist, tritt der Nil in Aegypten ein, in jenes Land, das durch die Ueberreste einer vergangenen Herrlichkeit immer wieder die Bewunderung der späteren Geschlechter entfacht.

Mehrere kleine Staaten unter priesterlicher Herrschaft scheinen sich hier entwickelt zu haben, aus denen in vorgeschichtlicher Zeit Ober- und Unter-Aegypten hervorgegangen sein dürfte. Oberägypten mit der Hauptstadt Theben

umfasste das eigentliche Nilthal, Unterägypten das Gebiet von Memphis und das Nildelta.

König Mena vereinte beide Reiche (gegen 4000 v. Chr.). Das südliche Reich mit der Hauptstadt Memphis verfiel nach langem Glanze. Mit der elften Dynastie erlangte das Südreich die Herrschaft über ganz Aegypten. Gegen das Jahr 2000 erreichte Aegypten die höchste Blüthe. In diesem Zeitraume wurde unter der Herrschaft der 12. Dynastie Nubien erobert. Kanaanitische oder semitische Nomaden, die Hyksos, eroberten in der Folgezeit Aegypten und wurden erst gegen 1530 v. Chr. wieder vertrieben, worauf das neue Reich entstand, das seine Herrschaft bis über den Euphrat und nach Phönizien ausdehnte und seine Verkörperung in Sesostris fand, in dessen Namen die Könige Seti und Ramses zusammengefasst sind. Im Jahre 775 v. Chr. bemächtigten sich die Aethiopier, 671 die Assyrer der Herrschaft. In der Folgezeit warfen sich nach einander die Perser (525 v. Chr.), die Ptolemäer und endlich die Römer zu Herren des Landes auf.

Die gesammte Kultur Aegyptens hing, wie oft ausgeführt ist, in ihrer Entstehung und späteren Existenz in erster Linie von einer ausserordentlich entwickelten Wasserwirthschaft ab. Da es in diesem Lande nur selten und namentlich nicht in genügender Stärke regnet, so gab allein die systematische Benutzung der von der Natur durch den Nil gelieferten Wassermenge zur künstlichen Bewässerung der Ländereien die Möglichkeit eines geregelten und in seinem Ertrage gesicherten Anbaues.

Zu diesem Anbaue dürften insbesondere die Priester den Anstoss gegeben haben, die in kluger Weise die landwirthschaftliche Thätigkeit mit dem Mythos der Götter in Einklang zu bringen wussten. Die Verehrung der getreidespendenden Gottheit bildete in Aegypten wie in anderen antiken Kulturländern den Mittelpunkt des religiösen Kultus.

Der Zustand der ägyptischen Landwirthschaft war bereits in den ältesten Zeiten ein blühender. Besonders wurden Gerste und Weizen gebaut. Zum Durchfurchen des Bodens dienten zuerst krumme Baumäste. Bei den günstigen Verhältnissen des zu bebauenden Bodens war eine sehr einfache Bearbeitung desselben genügend.

Das Land musste den Eigenheiten des Nils, der im wahrsten Sinne des Wortes die Lebensader des Landes bildet, angepasst werden. In dieser Beziehung sind besonders das allmähliche regelmässige Steigen und Fallen des Nils zu nennen, dessen Verlauf aus Abb. 15 zu ersehen ist. Das Wasser steigt von Ende Juni bis Oktober und fällt dann allmählich wieder bis Juni. Die Anschwellung des Nils ist in den einzelnen Jahren eine sehr verschiedene. Bei Kairo beträgt das Mafs derselben bis ca. 8 m, die grösste Höhe erreicht sie zwischen Chartum und Assuan (dem Syene der Griechen) mit 11 3/4 m. Das Steigen des Nils wird hervorgerufen durch die um die Sonnenwende im höheren Afrika eintretenden periodischen Regenfälle. Die Fluthen ergiessen

sich alsdann über das ganze Nilthal und breiten sich in der Niederung weit aus. Während dieser Zeit wurden die Panägyrischen Feste und Stromwallfahrten gefeiert, die Herodot (II, 58) umständlich beschrieben hat. Das Land wird durch diese Ueberschwemmungen alljährlich mit einer papierstarken

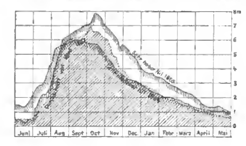


Abb. 15.
Kurve des Steigens und Fallens des Nils.

Schicht Boden überdeckt. Dieselbe besteht aus Quarz und Kalk, Thon und Lehm, gemischt mit den organischen Bestandtheilen einer tropischen Vegetation. Im Einzelnen zeigt der Nilschlamm die folgende Zusammensetzung:

63 % Sand und Thon,
18 % kohlensaurer Kalk,
4 % kohlensaure Magnesia,
6 % Eisenoxyd,
9 % organische Bestandtheile.
100 %.

Die grössere Wärme des Nilwassers ist ein Umstand, der ebenfalls zu seiner fruchtbringenden Wirkung beiträgt.

Von allen bis jetzt geprüften Erden hat der Nilschlamm die höchste Absorption und das grösste Quantum der aufgeschlossenen Silikatbasen. Das Kubikmeter Nilwasser enthält 1,58 kg schwebende Stoffe, und mit dem Nilwasser werden täglich 377000 cbm derselben fortgeschwemmt.

Die regelmässigen Nilüberschwemmungen zwangen die Hirten, welche zuerst das Land bewohnten, Vorkehrungen zur Sicherung ihres Schatzes, der Herden, zu treffen; sie veranlassten den Ackerbauer, Massregeln zur genauen Feststellung seiner Ackergrenzen zu ersinnen. Als man den Nutzen dieser Ueberschwemmungen erkannt hatte, begann man Kanalanlagen herzustellen, damit der fruchtbare Nilschlamm auch jenen Landstrichen zugeführt werden konnte, die von dem Flusse nicht unmittelbar erreicht wurden. Um den Absatz des Schlammes zu vergrössern und den Flusslauf zu korrigiren, schritt man zur Errichtung von Dämmen. Diese Unternehmungen, durch welche ein grosser Theil Aegyptens, das Nildelta jedenfalls vollständig, durch Deich-

bauten und künstliche Be- und Entwässerung nach nnd nach dem Anbau gewonnen wurden, konnten naturgemäss nur durch das Zusammenwirken einer grossen Anzahl von Menschen geschaffen werden; sie wurden daher, wie in Babylonien, die Ursache des so früh ausgebildeten Staatswesens.

Die Kunstbanten mnssten, nm ihren Zweck bei hohen oder niedrigen Hochwasserständen des Nils zu erfüllen, derart beschaffen sein, dass weder dnrch die hohen Fluthen eine Ueberschwemmung der Erddämme und damit eine Ueberschwemmung von Wohnstätten eintreten konnte, noch das Wasser länger auf den zu bewässernden Ländereien stand, als solches zulässig war. Es war Fürsorge zu treffen, dass auch bei niedrigen Fluthen die Ländereien bewässert werden konnten; auch Anlagen zur Aufspeicherung des Wassers waren zu schaffen, um dasselbe während des übrigen Theiles des Jahres nach und nach zu der nöthigen Bewässerung verwenden zu können.

Die Kanäle im eigentlichen Aegypten besitzen zweifellos ein sehr hohes Alter. Neben ihrem eigentlichen Zweck, der Erzielnng und Erhaltung der Fruchtbarkeit des Landes, erwiesen sie sich dadurch sehr nutzbringend, dass sie dem Vordringen des Wüstensandes ein Hemmniss entgegenstellten. Die Anhäufung der Sanddünen an den Grenzen des Kulturlandes war eine Gefahr, welche die Aegypter mit allen Mitteln bekämpfen mussten. Durch den letzten Bewässerungsgraben war und ist die Wüste scharf markirt.

Bei der für den Fortbestand des Landes überaus grossen Bedeutung dieses beständigen Kampfes gegen den vom Typhon geschleuderten Wüstensand ist es erklärlich, wenn man diesen Vorgang in der Symbolik der ägyptischen Priesterlehre versinnbildlicht sieht. Osiris ist hiernach als der Nil, Isis als die fruchtbare Landschaft nnd der Typhon als die Wüste aufzufassen. Den Flugsand, welchen die Westwinde unaufhörlich in das Nilthal wehen, überdeckt jedes Jahr das Nilwasser mit seinem fruchtbaren Isisschlamm. Horus, der Sohn von Isis und Osiris, war der Schutzgott der ägyptischen Kanalbaumeister, dem zu Ehren an den Kanalufern Tempel errichtet wurden. Man glaubt diesen Gott in dem Herakles der Griechen wieder erblicken zu können, der ebenfalls dnrch seine Arbeiten viel zum Besten und znr Kultur der Menschheit beitrug.

Znm Verständniss des ägyptischen Bewässerungssystems ist eine kurze Angabe der Beschaffenheit des Landes erforderlich.

Das Nilthal ist bis etwa 30 Meilen unterhalb Assuan ziemlich schmal, indem es bis zn diesem Punkte, an welchem der erste Katarakt liegt, von Granitbergen begrenzt wird. Von hier aus erweitert sich das Thal, bis es in dem Nildelta vollständig in die Niederung übergeht. Im allgemeinen unterscheidet man drei Theile: das obere und mittlere Aegypten bis Memphis, Niederägypten oder das Nildelta und den Landstrich südwestlich von Memphis, jetzt Fayum genannt, früher unter dem Namen Nomos von Arsinoë bekannt.

Im Gegensatz zu anderen Ländern wird, da nur sehr selten Regen fällt,

von den den Nillauf begleitenden Gebirgen fast gar kein Schutt herabgespült, sodass an dem Gebirgsfusse keinerlei Ablagerungen erfolgen.

Die jährlich stattfindende Ablagerung des Nilschlammes hat dagegen bewirkt, dass das Land neben dem Nil höher liegt als dasjenige an dem Fuss der mit dem Nil parallel laufenden Gebirge, da sie in der Nähe des Flusses stärker ist als in weiterer Entfernung von demselben. Die entfernteren Landstreifen liegen bis zu 2 m tiefer als der höchste Nilwasserstand.

Für die Zuführung des Wassers auf die zu bewässernden Ländereien mussten, da das Land durch Deiche gesichert war, Einschnitte mit anschliessen-

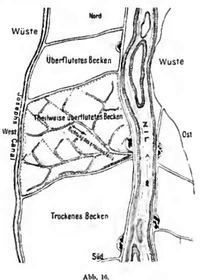


Abb. 16.
Beckensystem im Nilthal.

den Kanälen in den letzteren hergestellt werden. Durch diese Kanäle, an welche sich kleinere anschlossen, wurde das Wasser nach allen Theilen des Landes geleitet.

Zur Aufspeicherung des Wassers dienten und dienen auch noch grosse Behälter, Cisternen, Teiche und Seen. Die Zuführung des Wassers in diese Reservoirs erfolgte ebenfalls durch Kanäle, deren Abzweigungsstellen vom Nil so hoch lagen, dass das Nilwasser erst bei einem bestimmten Stande in die Behälter abzufliessen vermochte.

Begann der Fluss wieder zu fallen, so floss das Wasser zum Theil in die Kanäle zurück und durch diese zum Nil ab. Damit nicht alles Wasser in den Nil zu entweichen vermochte, da es zur allmählichen Bewässerung der Ländereien

während des übrigen Theils des Jahres dienen sollte, war es nöthig, die Kanäle sowie die übrigen Wasserbehälter zu schliessen.

Denjenigen Landestheilen, die infolge ihrer Höhenlage nicht unmittelbar von dem Nil bewässert werden konnten, musste das Wasser auf andere Art künstlich zugeführt werden, zu welchem Zweck ausgedehnte Schöpfwerke Verwendung fanden. Diese Schöpfwerke mussten auch während jenes Zeitraumes in Thätigkeit treten, in welchem eine direkte Ueberfluthung mit Nilwasser überhaupt nicht stattfand.

Nach der Ansicht von Max Eyth war Aegypten bereits in frühen Zeiten in bestimmte Distrikte, „Becken", eingetheilt, deren Flächeninhalt je nach den

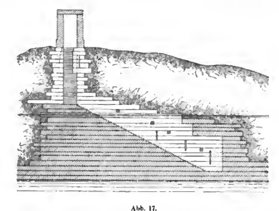


Abb. 17.
Nilmesser auf Elephantine. Längenschnitt.

örtlichen Verhältnissen, den Niveauschwankungen u. s. w. 2500—25000 Hektare betragen haben dürfte, und die rings von einem hohen Damm umschlossen waren.

Der höchste Punkt dieser Becken, deren Anordnung Abb. 16 wiedergiebt, lag in der südöstlichen Ecke, unmittelbar am Nil. Von hier aus trat das Wasser in einen Bewässerungskanal ein, der das Nilwasser in ein System von Kanälen führte, welche innerhalb des Beckens grosse und kleine Felder bildeten, die wiederum durch Dämme von einander getrennt waren. Auf diese Weise konnte während der Ueberschwemmungszeit das ganze Becken sowie einzelne Feldstücke jederzeit unter Wasser gesetzt oder vor Ueberfluthung geschützt werden.

Das in ein Becken eingelassene Wasser konnte in das nächst niedrig gelegene abgelassen werden; zu gleichem Zweck diente der uralte Josephskanal, der Bahr Jousef, der bei Sint in Oberägypten vom Nil abzweigt und in einer Länge von 420 km, 5 m über dem niedrigsten Nilstand, am Wüsten-

rand entlang nach Norden läuft. Der zwischen dem Nil und diesem Kanal liegende Landstrich ist der fruchtbarste Theil Mittel-Aegyptens. In der Nähe von Benisuif, 60 km oberhalb Kairos, biegt dieser Wasserlauf plötzlich nach Westen, durchbricht die westliche Hügelkette des Nilthals und ergiesst sich in die oasenartige Provinz Fayum.

Hagen bezweifelt, dass diese Stromspaltung künstlich bewirkt und der Bahr Jonsef ausgegraben sei, giebt jedoch zu, dass die Spaltung jedenfalls durch Kunst vervollständigt und gesichert wurde.

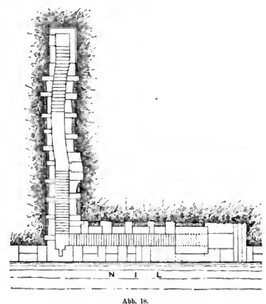


Abb. 18.
Nilmesser auf Elephantine. Grundriss.

In dem Josephs-Kanal kamen eine grosse Anzahl Durchdämmungen zur Ausführung, und wurden in gehöriger Entfernung von denselben Verbindungen mit dem Nil eröffnet. Das Wasser staute sich vor jedem dieser Dämme bis zu derjenigen Höhe auf, welche der Wasserspiegel des Nils an der Einmündung des nächst oberhalb belegenen Verbindungskanals besass. Auf diese Weise bildeten sich treppenartig hinter einander liegende Bewässerungsbassins. Die künstlichen Dämme wurden nach und nach durchstochen und das Wasser auf die Ländereien geleitet und nach bestimmter Zeit wiederum abgelassen.

Nach dem Vorstehenden dürfte es klar sein, dass neben den Wasserläufen und zwar sowohl neben dem Nil als auch parallel zu den Kanälen und um die

Teiche Dämme anzulegen waren. Auf oder innerhalb solcher erhöhter Erddämme wurde ein Theil der Städte, namentlich im Delta, errichtet. Diese Erddämme bildeten während der Ueberschwemmungszeit gleichzeitig die Wegeverbindungen zwischen den einzelnen Ortschaften und Städten. Ihre Erhaltung war besonders da, wo sie Städte einschlossen, wie solches z. B. für Memphis gilt, von hervorragender Bedeutung. Um Memphis, die zweite Hauptstadt Aegyptens (die älteste war Theben) anzulegen, war dem Hauptbett des Nils eine andere Richtung gegeben worden, indem man hier an der Süd- und Ostseite der Stadt starke Wälle erbaut hatte, durch welche das Nilwasser nach der arabischen Seite gedrängt wurde. Die Dämme bestanden theils nur aus Erde und waren mit Rasenstücken belegt, theils wurden zur Herstellung derselben an der Luft getrocknete Ziegel benutzt, die 1 Fuss lang, 8 Zoll dick und ebenso breit waren. Zu ihrer Anfertigung wurden die Israeliten gezwungen, als der König die Städte Pithom und Raemses erbauen liess.

Um über die Steigungsverhältnisse des Nils genau unterrichtet zu sein, legten die Alten bereits Nilmesser an. Unterhalb des zweiten Wasserfalls finden sich noch die Höhenmarken, die hier Möris einhauen liess, und die den Wasserstand des Nils während vieler seiner Regierungsjahre angehen. Der von Strabo beschriebene Nilmesser auf Elephantine (bei Philae) existirt heute noch. Er wurde von Amenemah III. erbaut (Abb. 17 und 18).

Um die Insel gegen die Stromangriffe zu schützen, war es erforderlich, sie mit Mauern zu umgeben, deren erste Erbauung bereits in einer sehr frühen Periode erfolgt sein dürfte.

Der Nilmesser ist in eine Quaimauer eingebaut, die eine höchst bemerkenswerthe Konstruktion aufweist. Dieselbe Konstruktionsweise besitzt eine Mauer bei Philae. Hier erheben sich diese Mauern festungsartig rings um die Insel. Die Mauerform ist eine solche, dass ihre Flächen konkav gegen den Strom und konvex gegen das Innere der Insel gerichtet sind. Die Höhe der Mauer auf Elephantine beträgt etwa 15 m, die Länge etwa 160 m. Zu dem Nilmesser führen 95 Stufen hinab, die sich in einem überdeckten Gange befinden. Die Skala ist in drei Abtheilungen an der Wand angebracht, welche Anordnung es in sinnreicher Weise ermöglichte, den Ablesenden dicht an den Pegel gelangen zu lassen. In der äusseren Mauer befinden sich Fensteröffnungen. Der Eingang zu diesem Nilmesser war zur Zeit seiner Benutzung nur wenigen Eingeweihten und zwar den Priestern des Serapis gestattet. Unter der Gestalt des Serapis mit der Skala und dem Kornmass (Modius) als Symbol der Befruchtung, das wiederum in der Lotusblume zu einem Bilde vereint erscheint, wurde dem Nil Verehrung dargebracht.

Da (wie auch heute noch) von der Höhe des Nilwassers der Grad der Besteuerung abhing, so war die Regierung bemüht, den wahren Nilwasserstand zu verheimlichen, um womöglich den grössten Tribut einfordern zu können.

Vor einem Bassin vor dem Tempel in der Nähe des alten Hermonthis, bei

dem arabischen Dorf Armont, glauben manche neuere Reisende, dass in dasselbe ebenfalls ein Nilmesser eingehaut war. Dieses Bassin, dessen Länge etwa 30 m beträgt, stand aller Wahrscheinlichkeit nach einst durch einen Kanal mit dem Nil in Verbindung. Wie die Höhenlage des Tempels erkennen lässt, waren die alten ägyptischen Baumeister sorgsam bedacht, diese Gebäude über das Niveau des höchsten Nilstandes zu erheben.

Der Nilmesser auf Elephantine hat die Anstellung interessanter Untersuchungen über die im Laufe der Zeit eingetretene Erhöhung des Flussbettes ermöglicht.

Der letzte Kubitus des Nilometers auf Elephantine zeigt in griechischen Ziffern die Zahl 24. Hiernach muss angenommen werden, dass zur Zeit der Erbauung höhere Wasserstände nicht bekannt waren. Die höchsten Nilschwellen sind gegenwärtig bedeutend höher. Zur Zeit der Auffindung des Nilometers durch den französischen Gelehrten Girard betrug dieses Uebermafs 2,413 m. Da es nicht wahrscheinlich ist, dass eine Aenderung in den Regenverhältnissen Abyssiniens eingetreten ist, so schliesst man aus dieser Erscheinung auf eine Erhöhung des Nilbodens. Nach einer Inschrift aus der Zeit Kaiser Septimius Severus (193—211 n. Chr.), zu welchem Zeitpunkte Syene eine Römergarnison besass, betrug dieses Uebermafs bereits mehrere Palmen und zwar 0,31 m. Aus der Differenz von 2,103 m ergiebt sich, dass die Bodenerhöhnng des Nilbettes in Oberägypten in einem Jahrhundert 0,13 m beträgt. Für das untere Aegypten hat man unter Zugrundelegung des aus dem Mittelalter stammenden Nilmessers auf der Insel Roudah bei Kairo das Mafs der jährlichen Bodenerhöhung des Nilbettes zu 0,12 m ermittelt. An den Monumenten von Theben und Heliopolis vermag man die Erhöhung des Nilthales ebenfalls nachzuweisen. Diese Erhöhung steht jedoch in keinem erkennbaren Verhältniss zu derjenigen des Nilbettes.

Die jahrtausendalte, auch in technischer Beziehung so ausserordentlich interessante Frage des Mörissees kann bis jetzt leider noch immer nicht als vollständig gelöst betrachtet werden.

Zu einer Vorführung der verschiedenen abweichenden Ansichten der auf diesem Gebiete in grosser Zahl thätig gewesenen Gelehrten ist hier nicht der Ort, und werden lediglich die Hauptpunkte der Frage zu berühren sein.

Die Gelehrten und Ingenieure der französischen Expedition glaubten in dem Birket-el-Qerûn (s. Abb. 19) den Mörissee wieder aufgefunden zu haben. Diese Ansicht fand während längerer Zeit allgemeine Zustimmung, bis die moderne Forschung sich von neuem dieser Frage bemächtigte und auf die Widersprüche hinwies, die in den Berichten der Alten bei Zugrundelegung des Birket-el-Qerûn als Mörissee entstehen.

Nach Brugsch Pascha ist Möris abzuleiten von Muëri: Land der Ueberschwemmung, und bedeutet Fayum: Land des Meeres oder Sees.

Wenn auch das einstige Vorhandensein des Mörissees als eine feststehende Thatsache zu betrachten ist, so kann dagegen eine Antwort auf die Frage,

wo dieser See lag, auch heute noch nicht mit absoluter Gewissheit ertheilt werden.

Uebereinstimmung herrscht im Allgemeinen darüber, dass in dem Becken des Fayum drei Stufen in der Höhenlage des Landes unterschieden werden können. Die tiefste Stufe nimmt der Birket-el-Qerûn ein. Das mittlere, höher



Abb. 19.
Karte des Fayum.

liegende Tafelland besitzt den grössten Flächenraum. Die obere Stufe wird begrenzt von einzelnen der von Linant de Belle-fonds aufgefundenen Dammreste, die auf der Karte von Schweinfurth (Abb. 19) jedoch durchaus nicht die gleiche bestimmte Richtung und Geschlossenheit zeigen, wie auf der Linant'schen Skizze.

Der Mörissee ist nach den Mittheilungen Herodots als das Hauptreservoir für die Aufspeicherung des Nilwassers zu betrachten. Seine Aufgabe

war nach diesem Schriftsteller eine dreifache. Bei hohem Nilwasserstande strömte angeblich der Ueberfluss an Wasser nach diesem See und zwar durch den Bahr Jússuf. Das aufgespeicherte Wasser soll nach dem Fallen des Nils zu Bewässerungszwecken abgegeben, und ausserdem durch diesen See das Fayum (Nomos von Arsinoë) in den fruchtbarsten Theil Aegyptens umgewandelt worden sein.

Herodot schreibt in dem zweiten Buche seiner Geschichte über diese Anlage das Folgende:

„Welches gewaltige Werk auch das Labyrinth ist, so stellt sich der sogenannte Mörissee als ein noch grösseres Wunder dar. Denn sein Umfang beträgt 3600 Stadien (= 666 km), gerade so viel als die Küstenstrecke Aegyptens selbst. Seine Tiefe ist 50 Klafter (= 80 m) und er ist von Händen gemacht. Mitten im See sind zwei Pyramiden, jede 50 Klafter über das Wasser hervorragend, auf deren Spitze sich ein thronender Steinkoloss befindet. Das Wasser des Sees kommt nicht aus der Erde, sondern ist durch einen Kanal vom Nil aus hingeleitet. Sechs Monate lang fliesst es landeinwärts, sechs Monate lang fliesst es wieder heraus. Während es herausfliesst, bringt es an Fischen täglich ein Silbertalent (1 Silbertalent = 4700 Mark), während es hineinfliesst, nur 20 Minen ein (1 Mine = 78,5 Mark). Da ich nirgends den aus dem Kanal entfernten Schutt sah, frug ich die Umwohner. Man sagte mir, er sei weggeschleppt, und ich konnte das leicht glauben, da ich bei Ninive Aehnliches vernommen. Auf diese Weise soll der See gegraben worden sein.“

Wie sich aus dem Angeführten ergiebt, berichtet Herodot und mit ihm eine Reihe anderer Schriftsteller, dass dieser See von Amenemah III., bei den Griechen Möris genannt (2221—2179 v. Chr. nach Lepsius) durch Menschenhand ausgegraben sei. Diese Arbeit würde gering veranschlagt die Bewegung von mindestens 700 Milliarden Kubikmeter Boden bedingt haben. Bei den vermuthlich wenig ausgebildeten Transportvorrichtungen kann die Tagesleistung eines Arbeiters nur gering veranschlagt werden, und muss der Satz von einem Kubikmeter pro Arbeiter und Tag hoch erscheinen. Nimmt man selbst diese Zahl an, so hätten zur Bewältigung des genannten Erdquantums etwa zwei Millionen Menschen ein Jahrhundert lang beschäftigt werden müssen. Will man aber gar annehmen, dass ein Möris die Arbeit während seiner 40jährigen Regierungsdauer habe ausführen lassen, so hätten während dieses Zeitraumes permanent mindestens fünf Millionen Menschen beschäftigt werden müssen.

Die grossen Zahlen, zu welchen jede Berechnung der angeblichen Leistung eines Möris führt, haben den Glauben an die künstliche Herstellung eines Seebeckens in der von Herodot angegebenen Ausdehnung schwinden lassen.

Um die Angaben Herodots bestehen lassen zu können, haben verschiedene Forscher angenommen, dass dieser zur Zeit der Nilüberschwemmung in dem Mörisseebecken geweilt und die Ueberschwemmungsfläche des Fayum mit derjenigen des Birket-el-Qerûn zusammengefasst habe.

In technischer Beziehung ist durch derartige Annahmen wenig gewonnen. Die von Strabo gegebene Beschreibung von dem Mörissee und den hierzu gehörigen Theilen enthält keinerlei Hinweise auf eine künstliche Ausgrabung. Künstliche Anlagen sind hiernach nur der Zuleitungskanal vom Nil (der Bahr-Jússuf), sowie die Schleusenwerke. Nähere Mittheilungen über die Konstruktion der Letzteren giebt Strabo nicht. Wenn Diodor davon spricht, dass die Oeffnung und Schliessung der Schleusenwerke jedesmal 50 Talente Kosten verursacht habe, so lässt diese Angabe ohne weiteren Kommentar nur auf eine technisch ziemlich unvollkommene Einrichtung schliessen. Lauth glaubt, dass in diesen Kosten wohl auch die für die Oeffnung und Schliessung der Dämme aufgewandten mit enthalten gewesen sein werden.

Die Frage des Ablaufs der aufgespeicherten Wassermassen ist bisher überhaupt nicht klar beantwortet. Auf die Wasserzuführung durch den Bahr-Jússuf ist oben bereits hingewiesen. Das Wasser tritt durch den Kanal bei El-Lahûn in das Fayum ein. In der Nähe der Pyramide dieses Ortes steht eine Brücke mit drei Bogen, durch welche das Wasser 30 Fuss tief, in einer Breite von 160 Fuss hinabstürzt. Es läuft zwischen Felswänden von Howara bis Arsinoë im alten Kanalbett. Der bedeutendste in westlicher Richtung abzweigende Wasserlauf ist der Bahr-el-Wady. Rechts vom Eintrittspunkte in das eigentliche Fayumer Becken stürzt das Wasser durch eine Brücke von 10 Bogen in eine Schlucht von 21 Fuss Tiefe und 300 Fuss Breite. Diese Schlucht, Bahr-belama genannt (von Schweinfurth mit „el Bats" bezeichnet), wurde früher, so auch von Jomard, einem der Gelehrten der französischen Expedition, für Menschenwerk gehalten, eine Ansicht, die hinfällig sein dürfte.

Linant de Belle-fonds glaubte ausserhalb des Bahr-belama einen parallel dazu laufenden, jetzt ebenfalls trockenen Bahr gefunden zu haben, den er für ein altes Pharaonenwerk hielt.

Dieser Forscher hat ausserdem vielfache Reste von alten Dämmen aufgefunden, die nach seiner Ansicht dazu dienten, das Wasser auf dem oberen Tafelland aufzustauen, wodurch der Mörissee gebildet worden sei.

Lauth fasst die Ergebnisse seiner Forschungen in Folgendem zusammen. Das Seebecken des Birket-el-Qerûn ist ein natürliches, das, nachdem durch Verdunstung des Wassers die Kulturfähigkeit auf Null gesunken war, unter dem König Merira (Meire, Moeris) durch Hineinleiten eines Nilarmes zu einem blühenden Gartengelände umgewandelt wurde. Durch Dämme wurde das Wasser zwecks Ablagerung des Nilschlammes, auf dem oberen Tafellande zurückgehalten und alsdann den beiden tiefer liegenden Stufen zugeführt. Die tiefliegendsten Landflächen sind vermuthlich von dem Birket-el-Qerûn aus bewässert worden, und hierdurch findet wahrscheinlich das vielfach erwähnte Zurückfliessen des Wassers seine Erklärung.

Zu vollständig abweichenden Ansichten ist der Amerikaner Cope Whitehouse gekommen. Derselbe hat südwestlich des Fayum ein mächtiges,

abgeschlossenes, trockenes Becken von 686 Quadrat-Kilometer Fläche aufgefunden. Dieses Becken nähert sich durch eine nach Osten verlaufende Einsenkung, welche die Form eines kleineren Beckens hat, der südlichen Grenze des Fayum. Whitehouse und mit ihm Max v. Eyth sind der Ansicht, dass in diesem Wüstentheil der Mörissee der Alten wiedergefunden sein dürfte.

Schweinfurth hat dieser Ansicht nicht zugestimmt, vielmehr ist er der Meinung, dass der Birket-el-Qerûn als das Ueberbleibsel des Mörissees zu betrachten sei, sodass sich die neuesten Ansichten wiederum den Anschauungen eines Jomard und Martin nähern. Ein Abfluss aus diesem Becken nach dem Nil ist infolge der Höhenverhältnisse vollständig ausgeschlossen, liegt doch der Birket-el-Qerûn nach den neuesten Ermittelungen 40 bis 50 m unter dem Meeresspiegel.

Brugsch Pascha hat im Tempel von Ed Fu eine Inschrift mit Zahlen und Massangaben gefunden, wonach der Mörissee etwa die gleiche Fläche wie der Birket-el-Qerûn besass. Auch dieser Forscher ist jedoch der Ansicht, dass der Mörissee nicht als Reservoir für an den Nil abzugebendes Wasser hat dienen können, da ein solcher Zweck durch seine Tiefenlage ausgeschlossen war.

Die an glänzenden Erfolgen so reiche Forschung der Neuzeit wird vermuthlich schliesslich auch das hier aufgegebene Räthsel seiner Lösung entgegenführen. In dem leider unvollständigen Papyrus von Bulaq glaubt man eine Abbildung der Anlagen gefunden zu haben, und die Hoffnung, dass durch die auf dem Todtenfelde zu Hawara gemachten Funde eines Tages das Dunkel in der Mörissee-Frage gelichtet werden wird, ist bedeutend gestiegen.

An der genannten Stelle sind über 4000 Papyrusrollen gefunden worden, welche Aeusserungen von Zeitgenossen über Kunst- und Gewerbefleiss enthalten; Künstler und Techniker von Ruf werden in denselben erwähnt, und Stadtpläne und Angaben von Baufluchten finden sich darunter. Diese Schriftstücke gehören der hellenisch-römischen Herrschaftsepoche an.

Die Bildungsgeschichte des Nildeltas hat Ritter in anschaulicher Weise geschildert, von den Zeiten an, in welchen das Delta überhaupt noch gar nicht vorhanden war, bis zu jener Periode, in der, wie noch gegenwärtig, die Nilarme in verschiedenen Richtungen successive das aufgeschüttete Delta durchfurchten und hin und her oscillirten, um jene Linien zu finden, die das stärkste Gefälle besitzen. Herodot nennt fünf natürliche und zwei gegrabene Mündungen.

Das Deltaland ausserhalb der Thebaischen Landschaft war nach Herodot lange Zeit ein grosser Sumpf. Nach den Mittheilungen dieses Schriftstellers und denjenigen von Diodor geschah die Urbarmachung des Landes wohl unter den Nachfolgern des Möris.

Diodor berichtet von Sesostris, dass derselbe von Memphis bis an das Meer eine grosse Anzahl Kanäle herstellen und grosse Erdmassen aufwerfen liess, um Städte darauf zu erbauen. Die Kultur des Deltas hob sich rasch, und bald fing man hier an, die Landstrecken bis auf Orgyen (Klaftern) auszumessen.

Die Kultur beschränkte sich in Unterägypten keineswegs allein auf das Delta, d. h. anf das Land zwiscben dem westlichen (Kanopischen Strom) und dem östlicben Nilarm (Pelnsischem Strom), sondern aucb das nacb beiden Seiten bin liegende Land wurde bis auf zwei Tagereisen weit dem Anbau gewonnen, indem aucb bier Kanäle angelegt wurden. Die von dem östlichen Nilarm abzweigenden Kanäle wendeten sicb gleichsam in einem Bogen gegen das rothe Meer hin. Durch diese Kanäle, sowie besonders durch das Anfwerfen eines starken Erddammes von Pelusium bis Heliopolis wurde den Einfällen der Syrer ein Ende bereitet.

In der Folgezeit waren es die Könige Nilens und Sabaco, die den Kanalbau förderten und die Dämme der Städte erhöhten. Aller Wahrscbeinlichkeit nach reicbten diese Dämme bei der beständigen Erböbung des Nilbettes nicht mehr aus, um den Städten genügenden Schutz zu gewähren. Das Delta wurde infolge seiner Fruchtharkeit eine Kornkammer, die namentlicb für die Weltstädte Rom nnd Byzanz von weittragender Bedeutung war.

Die Vernachlässigung des Kanalbaues in späterer Zeit verwandelte einen Tbeil des Bodens wieder in Snmpfland, ein anderer Theil bildete sich von neuem in Sandland um.

Den westlicbsten Theil Unterägyptens bildete die alte Provinz Mareotis. Durcb den Kanal Bahyreh steht dieser Landestheil mit dem Nil in Verbindung. Der Rosettearm befruchtete bier durch zahlreiche von ihm abzweigende Wasseradern die Ebene. Die bedeutendsten drei Kanäle sind die von Damanbonr, Rahmânyeh nnd Deyront. Der zweite Kanal bewässerte den fruchtbarsten Theil des inneren Deltas nnd füllte gleichzeitig die Cisternen von Alexandria mit Wasser.

Unterhalb des Ortes Rahmânyeb begann der Kanal von Alexandria. An diesem Kanal sind mannigfache Spnren antiker Konstruktionen gefunden worden. So weist dieser Kanal halbkreisrunde Quaderbauten auf, die in alten Zeiten als Ankerstellen der Kanalschiffe gedient hahen mögen.

Der Kanal besitzt auf der Länge von einigen Meilen eine Breite von etwa 60 Fuss und liegt streckenweise böher als die von ibm durchzogene Ebene. Von Aboukir ans geht er dicht am Meere bin nach Alexandria, woselbst er in das Meer ansmündet.

Der Kanal von Alexandria scheint gleichzeitig mit der Erbauung dieser Hafenstadt angelegt worden zu sein. Auf seine Bedeutung als Wasserstrasse nnd auf seine Eigenschaft als Speisekanal der zahlreicben Cisternen von Alexandria wird weiterbin nocb zurückgekommen werden.

Um das Wasser der Kanäle und des Nils auch während der Zeit zu Bewässerungszwecken ausnutzen zu können, in welcher der Wasserstand nicht so hocb war, dass es von selbst auf die Länder gelangen konnte, war es nöthig, dasselbe je nach der Jahreszeit im unteren Delta etwa $^1/_2$—3 m, bei Kairo zwischen $^1/_2$—8 m und in Oberägypten zwischen $^1/_2$—11 m zu heben.

Die landesüblichen primitiven Vorrichtungen zu diesem Zwecke sind seit Jahrtausenden in Gebrauch und werden entweder durch Menschenhände oder durch Thierkräfte in Bewegung gesetzt.

Zur Hebung des Wassers bis zu einem Meter dient ein kleiner Strohkorb, an dessen vier Ecken Stricke gebunden sind, die zwei Fellahs erfassen. Der Korb wird hin und her geschwungen und so das Wasser hochgeschleudert.

Die zweite Vorrichtung ist der bei Betrachtung des antiken Maschinenwesens bereits erwähnte Schaduff.

Zur Hebung des Wassers aus den Brunnen sowie auf beträchtliche Höhen

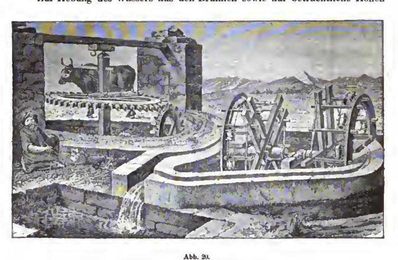


Abb. 20.
Aegyptische Wasserhebungsvorrichtung, Sakie genannt.

fand und findet die sogenannte Sakie in ausgedehntem Maſse Verwendung. Diese Vorrichtung ist in Abb. 20 veranschaulicht.

Zwei aus lufttrockenen Backsteinen erbaute Pfeiler tragen zwei Querbalken, die das obere Zapfenlager der vertikalen Achse des Göpels enthalten. Die Lager werden durch Aufnagelung von Hölzern gebildet; sie sind zunächst viereckig, bis sie sich rund gelaufen haben. In die Brunnenwandung eingelassene Querbalken tragen das untere Lager. Auf der Achse befindet sich ein Rad von etwa $2^{1}/_{2}$ m Durchmesser mit breitem hölzernem Ring und langen, hölzernen Zähnen, in welche die Zähne eines vertikalen Rades von gleichem Durchmesser greifen. Die horizontale Welle, auf welcher dieses zweite Rad sitzt, trägt am anderen Ende ein drittes und eventuell ein viertes Rad; diese letzteren Räder gehören zu den Paternosterwerken. Jedes Paternosterwerk besteht aus einer strickleiterartig geflochtenen Bastkette, die sich um das Rad

legt und von dessen Zähnen mitgenommen wird. An diese Bastkette werden irdene Töpfe, meistens in etwas schiefer Stellung gebunden. Die Töpfe giessen das gehobene Wasser in einen kleinen Trog aus, von dem aus dasselbe auf die Felder fliesst. Das Zugthier wird an ein horizontales Holz gespannt, das mit der vertikalen Hauptachse verbunden ist. Ist die Hubhöhe nicht mehr als 3 m, so erhält die Sakie eine andere Gestalt, indem statt der Bastkette ein Rad benutzt wird, dessen Kranz eine Anzahl Kammern bildet, in welchen das Wasser gehoben wird. Neben diesen Vorrichtungen waren Wasserschnecken in Benutzung, die Archimedes aller Wahrscheinlichkeit nach hier kennen lernte, und deren Gebrauch er nach Europa übertrug.

Von den Schriftstellern des Alterthums werden bei der Beschreibung von Kanalanlagen häufig Schleusen erwähnt. Nach ihren Mittheilungen dienten diese Vorrichtungen zur Schliessung der ägyptischen Kanäle, um das Wasser in denselben zurückzuhalten, sobald der Nil zu fallen begann. Es ist sicher, dass unter diesen Schleusen nicht jene Vorrichtungen zu verstehen sind, die wir heute mit dem gleichen Ausdruck bezeichnen. Unter den antiken Schleusen dürften lediglich Stauvorrichtungen zu verstehen sein, d. h. vertikale Wände, die den Abschluss bewirkten. In dieser Beziehung ist eine Beschreibung, die Pococke giebt, von Interesse. Derselbe erwähnt in seinem Reisewerke zwei Brücken über den Kanal von Coptus, welche den Charakter altägyptischer Bauart an sich tragen. Die eine derselben hat ausser den Seitenpfeilern noch sechs andere Pfeiler, die nicht überwölbt, sondern mit grossen Steinen wagerecht überdeckt sind. Die Pfeiler haben an ihren Seiten gegen das Ende hin starke Einschnitte, welche zur Aufnahme von Schutzbrettern gedient haben dürften. Auch die chinesischen Schleusen, Tscha genannt, bestehen in einfachen Holztafeln, die in den Schlitzen (Dammfalzen) der steinernen Seitenmauern verschoben werden.

Derartige Schleusenanlagen werden in den Schilderungen des bedeutendsten Kanalbaues der Aegypter, des Kanales zur Verbindung des Mittelmeers mit dem Rothen Meere, gleichfalls angezogen. Während die bisher erwähnten ägyptischen Kanäle ausschliesslich oder doch in der Hauptsache Bewässerungszwecken dienten, verdankte der genannte Verbindungskanal dem Bedürfnisse einer Schiffahrtsverbindung seine Entstehung. Es ist zweifellos, dass diese letztere Kanalart in Anlehnung an die Irrigationskanäle entstanden ist.

Die Frage, ob bereits im Alterthume ein künstlicher Wasserweg zur unmittelbaren Verbindung beider Meere bestanden hat, kann nach den bisherigen Forschungen nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Eine Verbindung unter Einschaltung des Nils hat dagegen sicher bestanden und wird nicht nur durch schriftliche Ueberlieferungen, sondern auch durch die noch vorhandenen Reste bewiesen. Als Ursache der Herstellung dieses Wasserweges ist der Wunsch zu betrachten, eine möglichst direkte Verbindung mit dem arabischen Kupferland sowohl, als auch eine solche mit Indien zu schaffen.

Indien gehört zu den ältesten bewohnten Theilen der Erde. Die Bevölkerung dieses Landes erreichte bereits in einem sehr frühen Zeitpunkte der Entwicklnngsgeschichte der Menschheit eine hohe Kulturstufe, nnd der Reichthnm dieses Landes reizte frühzeitig zur Anknüpfung von Handelsbeziehungen. Das Streben eines Necho, Darius und Alexander war darauf gerichtet, die Erzeugnisse nnd Schätze Indiens den Völkern des Mittelmeeres zugänglich zu machen.

Die Geschichte des erwähnten Verbindungskanals geht bis auf die Zeit Nechos, des Sohnes Psammetichus, zurück. Vereinzelte Forscher, so Lieblein nnd Ebers, schreiben die Schaffnng des Kanals Ramses dem Grossen (Sesostris) oder sogar noch einer früheren Zeit zu.

Herodot berichtet über diesen Kanal im II. Buche (158) das Folgende: „Des Psammetichus Sohu war Nekos, und ward derselbe König von Aegypten. Er legte zuerst Hand an den Kanal, der in das rothe Meer führt nnd den Darius dann weiter fortgraben liess; seine Länge beträgt eine Fahrt von vier Tagen; er ist aber so breit gegraben, dass zwei Triremen (d. h. Kriegsschiffe mit drei Reihen von Rnderern übereinander) zngleich auf demselben mit ihren Rudern fahren können. Sein Wasser ist ans dem Nil geleitet, und zwar ist es abgeleitet ein wenig oberhalb der Stadt Bnbastis, bei der arabischen Stadt Patumos, nnd länft dann in das rothe Meer hinein. Anfangs geht der Graben durch die nach Arabien zugekehrten Theile der ägyptischen Ebene, oberhalb an diese Ebene stösst das bei der Stadt Memphis sich hinziehende Gebirge, in welchem die Steinbrüche sich befinden. An dem Fusse dieses Gebirges nun ist der Graben von Westen in einer langen Strecke nach Osten geführt, dann zieht er sich in Schluchten und läuft von dem Gebirge nach Mittag nnd Süden hin in den Arabischen Meerbnsen. Da, wo der geringste und kürzeste Weg ist von dem nördlichen Meere (d. i. das Mittelländische Meer) zum Uebergange in das südliche, das anch das rothe Meer heisst: von dem Kasischen Gebirge (östlich von Pelusium) an, welches Aegypten und Syrien trennt, sind es gerade 1000 Stadien (185 km) zu dem Arabischen Meerbusen. Es ist dies der kürzeste Weg. Der Kanal aber ist viel länger, weil er viele Krümmungen hat, wie denn bei dem Graben desselben nnter Nekos hundert und zwanzig tausend Aegypter zu Grunde gingen. Und doch hatte Nekos mitten in der Arbeit aufgehört, weil ihm ein Orakelspruch in den Weg trat, der ihm sagte, er arbeite nur zum Voraus für Barbaren; mit diesem Ausdruck aber bezeichnen die Aegypter alle, welche nicht die gleiche Sprache mit ihnen reden.“

Der Perserkönig Darius nahm diesen Kanalbau wieder anf und zwar im Jahre 517 v. Chr., als er sich in Aegypten aufhielt. Eine von ihm znm Andenken an dieses Unternehmen gesetzte Säule trug die folgende Inschrift:

„Ich befahl diesen Kanal zu graben vom Strome Nil an, welcher in Aegypten fliesst bis zum Meere hin, von Liva an bis zum Gestade, zerstörte den halben Kanal, weil dies mein Wille ist.“

Zu diesem befremdenden Verhalten wurde Darius durch den Einwand veranlasst, dass das rothe Meer höher liege als Unterägypten, sodass dieses überschwemmt werden würde. An zwei weiteren Stellen des Kanals hat man Trümmer von Granitdenkmalen des Darius gefunden, bei Schaluf el terraba am Krokodilsee und unweit des Südrandes der Bitterseen. Auf einem dieser Ueberreste, einer Säule, befindet sich das Porträt des genannten Herrschers.

Erst Ptolemäus Philadelphus war es vorbehalten, den Kanal thatsächlich zu vollenden. Die Spuren dieses Bauwerkes sind durch die Gelehrten, welche an der napoleonischen Expedition nach Aegypten theilnahmen, aufgefunden worden. Die Ruinen der Stadt Bubastis am Kanalanfang sind sehr umfangreich. Gewaltige Backsteinterrassen bilden hier, wie bei fast allen unterägyptischen Städten, die Basis der Stadt. Die Backsteine sind einen Fuss lang und wurden von den gefangenen Israeliten hergestellt. Der Umfang dieses Unterbaues beträgt 1200—1400 m im Quadrat.

Der Lauf des erwähnten Kanals ging durch die Bitterseen, woselbst ein Schleusenwerk (Klysma) angelegt war. Die Bitterseen, an deren einem Arsinoe als Binnenhafen angelegt wurde, standen zu jener Zeit wahrscheinlich mit dem Meere in natürlicher Verbindung, welche zu Darius Zeiten nicht vorhanden gewesen sein dürfte, da dieser einen Kanal von den Bitterseen nach Suez graben liess.

Der Kanal verdankte nach einzelnen Schriftstellern Kaiser Trajan und später Hadrian eine weitere Verbesserung, während Schleiden an einer solchen Thätigkeit römischer Kaiser zweifelt.

Da zwischen dem Nil und den Bitterseen, sowie zwischen diesen und dem rothen Meere Niveaudifferenzen vorhanden sind, war die Einschaltung geeigneter Stauvorrichtungen erforderlich. Solche Absperrvorrichtungen konnten bei einer Abzweigung des Kanals vom Nil schon im Hinblick auf die ausserordentlich grossen Niveauschwankungen dieses Flusses in den verschiedenen Jahreszeiten keinesfalls entbehrt werden. Anderseits fehlt es jedoch auch nicht an Nachrichten, die melden, dass der alte Kanal nur bei hohem Nilwasserstande fahrbar gewesen sei. Welcher Art diese Vorrichtungen waren, ist bisher nicht aufgeklärt. Herodot und Strabo sprechen von Schleusen. In dieser Beziehung ist der Bericht Diodors von besonderem Interesse. Derselbe schreibt, nachdem er von Necho und Darius gesprochen hat, das Folgende: „Später vollendete Ptolemäus II. den Kanal und liess an der tauglichsten Stelle eine mit vieler Kunst gebaute Schleuse anbringen. Diese liess er zur Durchfahrt jedesmal öffnen und schnell wieder verschliessen, sodass man sie nie länger, als es gerade nöthig war, offen liess.“ Die hier gegebene Beschreibung lässt die Vermuthung gerechtfertigt erscheinen, dass Schüttschleusen zur Anwendung kamen.

Die weitere Geschichte dieses Kanals fällt in die Zeit des Mittelalters und der Neuzeit. Chalif Omar liess nach der Eroberung Aegyptens durch die

Araber im Jahre 640 n. Chr. den Kanal von neuem öffnen, Al Mansor schüttete ihn um das Jahr 760 aus militärischen Gründen wieder zu. Der irische Mönch Dicuil berichtete um das Jahr 825, dass sein Lehrer auf einer Wallfahrt nach dem heiligen Lande einen Kanal vom Nil nach dem rothen Meere befahren habe. Der grosse Chalif Harun al Raschid fasste den Plan, entweder einen Kanal vom Nil oder vom Mittelländischen Meere aus nach dem rothen Meer herzustellen. Er gab diesen Gedanken wieder auf, da er einerseits fürchtete, dem Nil könne durch diesen künstlichen Wasserweg zu viel Wasser entzogen werden, andererseits, weil durch diesen Verbindungsweg die Möglichkeit einer Bedrohung Mekkas durch griechische Seeräuber gegeben worden wäre. Erst unsere Zeit liess diesen Verbindungsweg von neuem entstehen. Ausser dem Suezkanal wurde ein Süsswasserkanal geschaffen, der ziemlich dem Zuge des Pharaonenkanals folgt.

Neuerdings hat der amerikanische Reisende und Aegyptologe Wilborn auf den Felseninseln in der Nähe des ersten Wasserfalles bei Philae Steininschriften entdeckt, die darthun, dass zur Umgehung der Wasserfälle bereits im hohen Alterthum hier ein Kanal hergestellt worden ist.

Eine dieser Inschriften datirt aus dem achten Regierungsjahre des Königs Usertesen aus der 12. Dynastie (2000 v. Chr.). Sie meldet, dass „seine Majestät einen neuen Kanal herzustellen befohlen habe unter dem Namen: Schönste der Strassen König Usertesen“. Es geschah dieses gelegentlich der Aufwärtsfahrt des Königs zur Unterwerfung des Landes Aethiopien. Die Länge des Kanals betrug 79 m, die Breite $10^1/_2$ m und die Tiefe circa 8 m. Die zweite Inschrift ist etwa 600 Jahre später in die Felsen eingemeisselt, sie trägt das Datum des dritten Regierungsjahres König Thuthmosis. Sie erwähnt, dass dieser Herrscher denselben Kanal bei seinem Unternehmungszug nach Aethiopien passirt habe. Die dritte Inschrift erfolgte am 7. April 1453 v. Chr. Sie besagt: „Seine Majestät befahl, dass dieser Kanal freigelegt werden sollte, nachdem der König ihn durch Steinblöcke verstopft gefunden hatte, sodass kein Schiff ihn befahren konnte. Er legte die Reise stromabwärts auf ihm zurück mit frohem Herzen, nachdem er seinen Feinden eine Niederlage bereitet hatte.“ Der Name dieses Kanals lautete damals: »Von den Fischern von Elephantine geöffnete Strasse durch die Güte des Königs Thuthmosis III.« Sie waren es, die jedes Jahr diesen Kanal ausräumten.“

Interessant ist es, dass sich auch in Aegypten die Reste eines alten Stauwerks gefunden haben, wie solche von verschiedenen antiken Völkern errichtet wurden. Es liegt in dem Thale Uadi Gerrani, in der Nähe von Kairo und war nach Schweinfurth, von dem es näher beschrieben ist, erbaut, um die in der regenreichen Jahreszeit von dem höher gelegenen Plateau der östlichen Gebirgswüste herabkommenden Wassermassen abzufangen, wodurch das Thal zu einem Sammelbecken umgestaltet wurde. Das aufgespeicherte Wasser wurde jedoch nach Schweinfurths Meinung nicht zu Bewässerungs- und Kultur-

zwecken benutzt, eine Ansicht, die sich auf das Fehlen von Vertheilungskanälen stützt. Weitere Untersuchungen dieser Anlage dürften abzuwarten sein, um über den Zweck derselben vollständige Klarheit zu erlangen. Das Fehlen der Ableitungskanäle kann vielleicht daraus erklärt werden, dass der Stauteich gewaltsam oder durch den Einfluss der Zeit zerstört wurde und hierbei die unterhalb liegenden Bewässerungskanäle verschwanden, ähnlich wie dieses von dem später zu beschreibenden Damm der Sabäer berichtet wird. Von den Aegyptern wurden mehrfach mächtige Steindämme in Thalschluchten errichtet, um dem Vorwärtsdringen der Sandmassen Halt zu gebieten.

Der Untergang der ägyptischen Bewässerungsanlagen begann mit Kambyses. Etwa anderthalb Jahrtausende vergingen jedoch, ehe der Unverstand der Menschen und die Natur dieses Vernichtungswerk nahezu vollendet hatten.

Den Anstoss zur Ausbildung des ägyptischen Vermessungswesens gab die Nothwendigkeit einer Sicherung und die Möglichkeit einer Wiederherstellung der Grenzen jener Ländereien, die alljährlich einer Ueberschwemmung ausgesetzt waren. Der Ursprung der Geometrie wird, ob mit Recht, bleibe hier unerörtert, im Allgemeinen nach Aegypten verlegt.

Die Vermarkung der Eigenthumsgrenzen war eine der Hauptaufgaben Jener, welche die Vermessungskunst ausübten. Zweifellos beschränkten sich die Aufzeichnungen anfänglich auf eine Notirung der Längen und Grenzlinien, sodass die Herstellung von Katasterkarten auf dieser Grundlage nicht möglich war.

Masswerkzeuge waren zu diesen Aufnahmen unerlässlich. Man benutzte als solche aus Binsen geflochtene Seile, die durch Knoten in Ellen getheilt waren. Neben den Binsenseilen waren Rohrstangen in Gebrauch.

Als Einheit diente die Elle, von welcher man eine kleine und eine grosse unterschied. Die kleine Elle besass eine Länge von 0,45 m, die Länge der grossen Elle, die als das in Aegypten gangbar gewesene Mass zu betrachten ist, schwankt nach den erhaltenen Resten zwischen 0,523 und 0,526 m. Dieselbe war eingetheilt in 7 Palmen und 28 Fingerbreiten; daneben kommt eine Eintheilung in 6 Palmen vor.

Von dem Massstricke leitete sich der griechische Name der ägyptischen Feldmesser her, deren Bezeichnung Harpedonapten oder Seilspanner war.

Die Absteckung der Linien erfolgte unter Benutzung kleiner Pflöcke, die, wie auch heute noch, mittelst eines Schlägels in die Erde getrieben wurden. Rechte Winkel wurden unter Benutzung einer Art Winkelhaken oder Dioptra abgesteckt. Die Dioptra bestand aus einem Stativ, das mittelst Senkel lothrecht gestellt wurde, und aus einer Scheibe, die mit dem Stativ fest verbunden und auf welcher ein 4 Ellen langes Lineal angebracht war.

Das Lineal konnte sowohl horizontal wie vertikal bewegt werden. Zur horizontalen Einstellung des Instrumentes diente die Wasserwage. Letztere bestand aus einem Kupferrohr mit zwei aufwärts gerichteten Glasröhrchen.

Das Auffinden der Mittagslinie geschah mit Hilfe des Gnomon. Von

den sonstigen Hilfsmitteln des Feldmessens sei des Lineals und des Zirkels Erwähnung gethan. Auf das Vorhandensein eines zirkelartigen Instrumentes darf aus den aufgefundenen Zeichnungen von Kreisen mit Sicherheit geschlossen werden.

Das Zeichenmaterial bestand anfänglich wohl aus Thierhäuten, später wurden erzene Tafeln und noch später der Papyrus benutzt.

Die von der ägyptischen Feldmesskunst zu lösenden Anfgaben waren mannigfaltiger Art. Der Festlegung der Grundstücksgrenzen ist oben bereits gedacht. In wieweit die Hilfe der Geometer bei der Ausführung der grossen Ingenienrbauten in Anspruch genommen wurde, ist nicht nachzuweisen, derartige Annahmen beruhen anf Vermuthung. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass vielleicht eingehende Terrainstudien und Aufnahmen der Herstellung der grossen Kanalanlagen vorausgingen.

Eine ausgedehnte Verwendung fand die Feldmesskunst zu Steuerzwecken. Die Vermessnng wurde in der Weise ausgeführt, dass die Umfassungslinien gemessen und aus diesen Angaben der Flächeninhalt ermittelt wurde. Diese Anfzeichnungen wurden aufbewahrt nnd dienten als Urkunden. Die Aegypter kannten jedoch weder eine geometrische Reduktion, noch stellten sie kartirbare Aufmessnngen her. Die Pläne waren lediglich Situationszeichnungen, in denen jedoch keinerlei Rücksicht auf ein nur annähernd richtiges Verhältniss der einzelnen Theile genommen war. Dem Mangel der genauen Kartirung suchte man durch Einschreibung der Maſse nach Ellen, Palmen und Fingern abzuhelfen. Die Papyrusrolle des Engländers Rhind enthält Anweisungen über Feldmessungsarbeiten. Dieses Dokument ist die Abschrift eines viel älteren Werkes nnd stammt aus dem 8. Jahrhundert v. Chr. Die in demselben enthaltenen Aufgaben beziehen sich auf regelmässige Figuren. Eine auf dem Tempel des Horus zu Edfu gefundene Inschrift enthält eine Schenkungsurkunde des Königs Ptolemäus XI. Die in derselben gegebenen Maſse haben es ermöglicht, eine ungefähre Zeichnung der beschriebenen Ländereien anzufertigen.

König Sesostris (Ramses II. 1407—1341 v. Chr.) liess eine Theilung des Landes vornehmen, die nach Herodot den Zweck hatte, eine regelmässige Steuererhebung von den Grundbesitzern zu bewirken. Ursprünglich wurde jedem derselben ein Acker von regelmässiger Gestalt übergeben. Wenn der Nil davon ein Stück wegriss, so mussten die Aufseher die Fläche bestimmen, um danach die Steuer im Verhältniss zu dem eingetretenen Schaden zu ermässigen. Ueber die Art und Weise, wie die Bestimmung dieser unregelmässigen Flächen ausgeführt wurde, ist nichts Näheres bekannt.

Einer der ältesten bis jetzt aufgefundenen Pläne stellt eine bergige Gegend dar. Die Berge sind der damaligen Darstellungsweise gemäss umgeklappt gezeichnet. Die Wege sind deutlich erkennbar, ein Brunnen ist durch Wasserlinien kenntlich gemacht. Die einzelnen Theile sind auf dem Papyrus ausserdem durch verschiedene Farben hervorgehoben. Die Orientirung der Karte ist so erfolgt, dass Norden rechts liegt.

Wenn dem ägyptischen Kataster in der früheren Zeit Karten nicht eigen waren, so enthielt es doch in genügender Art und Weise Angaben, die es gestatteten, die Grenzen des einzelnen Grundbesitzes nach stattgehabter Ueberschwemmung wieder herzustellen.

Hinsichtlich der Ausbildungsweise und der Stellung der ägyptischen Feldmesser ist das Folgende anzuführen.

Wenn die Priester auch mit der Vornahme geodätischer Operationen vertraut gewesen sein mögen und insbesondere den wissenschaftlichen Theil der Mathematik pflegten, auch in Aegypten, ähnlich wie später im etruskischen und römischen Reich mit den Vermessungen vielfach ein religiöser Akt verbunden war, so dürften doch die eigentlichen Vermessungsgeschäfte durch besondere Beamte vorgenommen worden sein.

Ein Hieroglyphentext berichtet: „Die Felder wurden von den Feldmessern des Königshauses vermessen, um ihren Ertrag zu erheben".

Die Feldmesskunst genoss jedenfalls grosses Ansehen in Aegypten. Während einem gewöhnlichen Feldmesser bei seinem Tode eine grobgearbeitete steinerne Elle in den Sarkophag gelegt wurde, gab man einem höheren Harpedonapten eine sorgfältig gearbeitete hölzerne Elle mit in das Grab.

4. China.

Die Grundlage des chinesischen Reiches bildete von jeher der Ackerbau, dessen erste Ausübung in China über die historische Zeit hinausliegt. Als Erfinder dieses wichtigen Zweiges menschlicher Thätigkeit gilt der Kaiser Chennung oder Shin-nung, den Plath als eine mythische Person betrachtet und dessen Name die Bedeutung „geistiger Sämann" hat. Einem Kaiser dieses Namens wird die Einführung der Ceremonie der Aussaat der fünf nützlichen Pflanzen zugeschrieben. Die Herrscher Chinas betrachteten es stets als eine ihnen vom Himmel auferlegte Pflicht, den Ackerbau zu fördern, dessen weitgehende Ausbildung in Verbindung mit den gegebenen natürlichen Verhältnissen allein die Ernährung der vielen Millionen Einwohner ermöglichte.

Frühzeitig wurden künstliche Bewässerungsanlagen geschaffen. Durch die Tributrolle des Kaisers Yü (2205—2198 v. Chr.) wird für China zuerst die Anlegung derartiger Kanäle nachgewiesen.

Die chinesischen Annalen erzählen, dass im 61. Regierungsjahre des grossen Herrschers Yao oder Yau (2297 v. Chr.) eine ausserordentliche Ueberschwemmung eingetreten sei, dass sich die Wasser des Hwang-hō mit denen des Yantse-kiang vermischten. Die Verwüstung war eine ungeheure und die Noth sehr gross. Der weise Yao hielt Berathungen und schickte seinen geschicktesten Baumeister Pekoen in die gefährdeten Gegenden. Derselbe arbeitete neun Jahre an der Entwässerung durch Eröffnung neuer Abläufe für die Fluthen. Erst nach zehn Jahren gelang es Yü, das Reich durch ein weises Nivellirungssystem dem allgemeinen Verderben zu entreissen. Er begann die Arbeiten

mit der Entwässerung der Provinz Shansi. In dem Buche Yü-king heisst es: „Ich öffnete Wege für die Flüsse der neun Provinzen und leitete sie in das Meer; ich vertiefte die Kanäle und leitete sie in die Flüsse“.

Der um die richtige Erklärung der chinesischen Geschichte und Verhältnisse (wie sie namentlich im Yü-kung, dem sechsten Buche des Shu-king enthalten ist) hochverdiente Forscher v. Richthofen ist der Ansicht, dass die Chinesen bei ihrer Einwanderung in das Wei-Thal die Kenntniss der Berieselung aus Central-Asien mitbrachten. In dieser Beziehung wird darauf hingewiesen, dass eine Anzahl der ältesten ideographischen Schriftzeichen für die gewöhnlichsten Begriffe und Gegenstände eine Beziehung zum Wasser, zu Grähen, zur Berieselung u. s. w. haben, woraus man schliessen könne, dass das Wasser in den früheren Wohnsitzen eine so hohe Bedeutung hatte, wie es nur bei Bewohnern von Berieselungsoasen, deren ganze Existenz vom Wasser abhängt, der Fall zu sein pflege.

Nach Richthofens Ansicht sind die dem Yü zugeschriebenen Meliorationsarbeiten, Abdämmung sumpfiger Strecken und Eindeichung der Ueberschwemmungen ausgesetzten Ländereien, sowie Benutzung des Wassers zu Berieselungszwecken, schon lange vor dessen Zeit ausgeführt worden. Bei seinen Inspektionsreisen, auf welchen er von Sachverständigen begleitet war, hat er vermuthlich die Methoden, welche in den am längsten von Chinesen bewohnten Landestheilen zur Anwendung gekommen waren, kennen gelernt und dieselben auf Landstriche übertragen, die sich derartiger wohlthätiger Einrichtungen noch nicht erfreuten. Hieraus erklärte sich wohl auch das ausserordentliche Ansehen des Yü, der allerdings ein hervorragender Mann gewesen sein muss, da Kaiser Shun ihn zunächst zum Mitregenten ernannte und ihn später, seinen eigenen Sohn zurücksetzend, zu seinem Nachfolger bestimmte.

Zu den von Yü wahrscheinlich zur Ausführung gebrachten Arbeiten dürften die Dämme am Hing und Wei, wodurch das Ta-lu anbaufähig wurde, sowie die Errichtung von Schutzwehren am alten Lauf des gelben Flusses und am Hwai und Y zu zählen sein.

Weitere Aufschlüsse über die chinesischen Irrigationsarbeiten und alles was hierzu gehört, giebt das Buch Tschoú-li, das etwa aus der Zeit 1100 v. Chr. stammt. In diesem Werke werden alle Provinzen des Reiches mit ihren Flüssen und Reservoiren aufgeführt.

Die massgebende Bedeutung des Nils für Aegypten, des Euphrat und Tigris für Babylonien, kommt für China dem Hwang-hö und Yantse-kiang zu.

In der Geschichte der Ingenieurtechnik muss beiden letztgenannten Strömen eine besondere Beachtung zugewandt werden, da sie seit Jahrtausenden zu den bedeutendsten wasserbautechnischen Arbeiten Veranlassung gegeben haben.

Namentlich ist es der Hwang-hö, dessen Geschichte eine eingehende Betrachtung verdient, und über den die Annalen von einem unaufhörlichen Kampf zwischen Natur und Kunst berichten.

Dieser Strom erhält in der Gegend der in der chinesischen Geschichte bedeutungsvollen Festung Tung-kwan seine Hauptzuflüsse, den Fönn-hŏ, der ihm die Gewässer der Provinz Shansi zuführt, den Wei-hŏ und den Lŏ-hŏ, durch welche er die Niederschläge der Provinzen Kansu und Shensi empfängt. In den von diesen Flüssen durchströmten Thälern liegen die berühmten antiken Städte Phinyang-fu und Singan-fu.

Unterhalb der Einmündung des Lŏ-hŏ beginnt jener Theil des Hwan-hŏ, der durch seine Unbändigkeit ihm den Namen „China's Kummer" eingebracht hat. Ausserordentliche Aenderungen seines Laufes sind in geschichtlicher Zeit eingetreten. Diese Richtungsänderungen waren von furchtbaren Ueberschwemmungen begleitet. Unabhängig hiervon bekundet dieser Strom eine grosse Neigung, über seine Ufer zu treten. Diese üblen Eigenschaften bedingten und bedingen auch noch jetzt die Vornahme riesenhafter Eindämmungsarbeiten, die sich nur zu häufig als ungenügend erwiesen haben und noch erweisen.

Für die Aenderung der Stromrichtung sprechen unter Anderem sehr alte Dämme bei Tiën-tsin, die quer zu dem Pei-hŏ gerichtet sind, und von diesem durchschnitten werden. Der Hwang-hŏ ist jedenfalls einst quer über das Bett des Pei-hŏ hinweggegangen.

Der älteste Lauf des Hwang-hŏ ist aus der Beschreibung im Yü-kung bekannt geworden. Das älteste Bett hat die nördlichste Lage des Stromlaufs eingenommen. Am weitesten nach Süden gerichtet war die Wasserrinne, durch welche der Fluss vom 13. Jahrhundert bis 1852 floss.

Diese beiden äussersten Rinnen schliessen nach v. Richthofen ein Dreieck ein, das jedoch nicht als ein Delta bezeichnet werden kann, sondern vielmehr als ein flacher, aus dem feinsten Material bestehender Schuttkegel zu betrachten ist, der aus den vom Hwang-hŏ mitgeführten Erdmassen, besonders Löss, aufgebaut ist.

Es ist immer nur für eine gewisse Zeitdauer möglich gewesen, den Hwang-hŏ durch Eindämmung in ein bestimmtes Bett zu zwingen. Wenn dasselbe durch die grossen, von den chinesischen Strömen mitgeführten Lössmassen zu weit erhöht ist, tritt er über seine Ufer und sucht sich, Alles verheerend, ein neues Bett.

Unter Löss versteht man eine in Europa z. B. im Rheinthal vorhandene, charakteristische Bodenart. Der rheinische Löss ist dem in China vorkommenden vollkommen gleich. Im Verhältniss zu der Mächtigkeit und Ausdehnung der Lössmassen in China bilden die in Europa nachgewiesenen Massen nur eine sehr geringfügige Bedeckung des Bodens. Sowohl in landschaftlicher als in ökonomischer Beziehung hat der Löss in Europa eine weit geringere Bedeutung als in China. Er besitzt eine braungelbe Farbe und ist so mürbe, dass er sich leicht zwischen den Fingern zerreiben lässt, andererseits jedoch besitzt er eine solche Festigkeit, dass er in senkrechten Wänden von mehreren hundert Fuss Höhe ansteht. Bei dem Mangel an Schichtung ist dem Löss

die Neigung zn vertikalen Zerklüftnngen in hohem Grade eigen. Die Fläche, welche in China von ihm bedeckt ist, besitzt etwa die Grösse Deutschlands. Der Einfluss des Löss anf die Gestaltung des Strassenbanes wird später zu hesprechen sein; doch sei hier bereits anf Abb. 59 verwiesen.

So hemmend der Löss infolge seiner Schluchtenbildung sich für den Verkehr erweist, so überaus wichtig ist sein Vorkommen in anderer Beziehung, namentlich für den Ackerban. Während im südlichen China mit seinem günstigen Klima und der guten Regenvertheilnng, wodurch leicht zwei und selbst drei Ernten erzielt werden können, eine reiche Düngung nöthig ist, werden in dem nördlichen China, den Lössgebieten, die Ernten mit geringer Düngung oder selbst ohne diese gewonnen. Dem Löss scheint eine gewisse Fähigkeit der Selbstdüngung eigen zu sein.

Die von der Natur gegebenen günstigen Verhältnisse wussten sich die Chinesen zu Nutze zn machen und dieselben durch Anlage zahlloser, künstlicher Kanäle weiter anszubilden.

Die Herstellung der Kanäle begann unter der Han-Dynastie. Bei der Ausführung dieser Wasserläufe waren zeitweilig so viele Arbeiter erforderlich, dass in der Mitte des zweiten Jahrhunderts n. Chr. der Dienst der Lastträger, der als Frohndienst galt, aufgehoben werden musste.

Da im allgemeinen die Landstrassen seltener sind, dienen diese Wasserläufe gleichzeitig zum Warentransport und zur Beförderung von Reisenden. Die, bei Vorführung der chinesischen Landstrassen noch näher zn beschreibenden Visitationsreisen der Kaiser, sowie der Vasallenfürsten fanden zn einem grossen Theil auf derartigen Wasserwegen statt.

Der bedeutendste Kanal Chinas ist der oftgenannte grosse Kaiserkanal, der die Kommunikationslinie zwischen Peking nnd den meisten Provinzen der Mitte und des Südens hildet. Derselbe verknüpft den unteren Lauf aller grossenОстströme Chinas miteinander. Die Geschichte dieser hochinteressanten Schöpfung der Ingenieurtechnik reicht zwar bis in das Alterthum zurück, doch kam in diesem Zeitraum nnr ein kleiner Theil der jetzt bestehenden Kanalanlage zur Ansführung.

In erster Linie war der Kanal zum Korntransport und zur Beförderung von Reis nnd anderen Produkten bestimmt, die als Tribut abzuliefern waren.

Ueber diese berühmteste künstliche Wasserstrasse Chinas berichtet zuerst Confucius (551—479 v. Chr.). Nach ihm wurde nnter der Dynastie Tshou (1121—249 v. Chr.) durch den Kanal Han-keou der Kiang mit dem Hoai in Verbindung gebracht. Bei diesem Werke wnrden drei Seen dnrch Kanäle untereinander und mit den beiden genannten mächtigen Flüssen verbunden. Die Länge des Kanals betrug 30 Meilen. Dieser erste Kanal diente einer grossen Anzahl weiterer derartiger Anlagen zum Vorbild. Neben dem Bewässerungszweck wurden diese Wasserflächen frühzeitig dem Verkehr dienstbar gemacht. Abb. 21 zeigt den Kanal nach einer altchinesischen Karte.

Unter der folgenden Dynastie (T'sin 246—209 v. Chr.), unter welcher die berühmte chinesische Mauer erbaut wurde, kamen Kanäle nicht zur Ausführung. Nach der alten chinesischen Chronik liess ein König von On-kono den Yunzen-ho-Kanal graben, um den Salztransport leichter bewirken zu können. Dieser Kanal verband alle an der Küste liegenden Salinen mit einander. Die Speisung desselben erfolgte anfänglich durch den Yangtse-kiang, während gegenwärtig der Kanal dem Hoai und einigen Seen seine Schiffbarkeit verdankt.

Unter der ersten und zweiten Dynastie in China wird als Mitglied der Centralregierung und als Vorsteher der öffentlichen Arbeiten, besonders der Dämme und Kanäle, der Sséknng genannt, welche Stellung Yü selbst unter dem

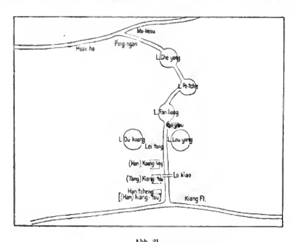


Abb. 21.
Altchinesische Karte des Kaiserkanals.

ersten Kaiser Chinas Yao oder Yan innehatte und in der er die Arbeiten am Hwang-bö leitete. Die Kanalbauten und die Bewässerungsreservoirs, die in der dritten Dynastie seit 1121 v. Chr. erwähnt werden, wurden durch Frohndienste der Nutzniesser hergestellt.

An Wasserhebungsmaschinen fand neben dem bereits früher erwähnten Schöpfrad (Abb. 1) das Schaufel- oder Paternosterwerk frühzeitig eine ausgedehnte Anwendung in China. Man schätzt das Alter der letzteren Vorrichtung ausserordentlich hoch, wie denn überhaupt die Chinesen vielfach für die Erfinder derartiger Vorrichtungen gehalten werden.

In den chinesischen Schriften (so im Khao-hung-ki) finden sich über die Ausführung der einzelnen technischen Arbeiten sehr eingehende Beschreibungen, von denen hier nach Plath einige, welche von der Anlegung der Kanäle und Dämme handeln, Wiedergabe finden.

„Trifft man bei der Anlage eines Kanals (Ken) auf einen welligen Boden (eine Höhe), so sagt man, das ist ein Anhaltspunkt. Ist die Bewegung des Wassers nicht den Regeln der Kunst gemäss, so nennt man das ebenso. Bei den Kanälen mit geradem Stamme verdoppelt man alle 30 Li (drei französische Meilen) die Breite. Um das Wasser in Bewegung zu setzen und zurückzuhalten, giebt man (seinem Laufe) eine Biegung in Form des (Musiksteines) King, dessen zwei Arme sich verhalten wie 3 : 5 (so, wenn das Wasser klar ist, anders bei trübem). Will man ein Bassin machen, so giebt man dem Bette eine Kreisform. Die Existenz jedes Kanals muss auf die Wasserkraft gegründet sein, die jedes Dammes auf die (Widerstands-)Kraft der Erde. Ein schöner Kanal wird ausgeräumt durch das Wasser (das darin fliesst), ein schöner Damm befestigt durch die Ablagerungen des Wassers (das ihn bespült).

Legt man einen Damm an, so muss seine Höhe und Breite gleich sein. Die Reduktion der Krönung beträgt 1/3, bei grossen Dämmen mehr (d. h. man macht die Basis breiter). Legt man einen Kanal oder Damm an, so sucht man erst einen Mafsstab für die Arbeit (zu gewinnen), durch die Tiefe, die man durch eines Tages Arbeit erreicht. Dann nimmt man ein Li als Mafsstab und kann dann die Kräfte der passenden Anzahl Menschen anwenden (die Dämme waren aus geschlagener Erde). Die Einfassung (mit Brettern) wird mit Stricken zusammengebunden. Presst man die zu sehr zusammen, so sagt man, sie tragen die Last nicht."

Die Bewässerung der Reisfelder erfolgte in der nachstehend beschriebenen Weise. Der Reismann (Tao-jin) stand dem Besäen der Niederungen vor. Derselbe sammelte das Wasser in einem Reservoir und hielt es durch eine Barre ab. Ein kleiner Kanal nahm das Wasser am Anfange jedes Feldes auf. Derselbe besass Abläufe, damit man das Wasser über die Felder rieseln lassen konnte. Am unteren Ende befand sich, wie bei dem modernen Berieselungssystem, ein grosser Abzugskanal, in dem das Wasser abfloss.

Ueber das chinesische Vermessungswesen ist das Folgende anzuführen.

In der älteren chinesischen Zeit gab es keinen Privat-Grundbesitz, vielmehr gehörte aller Grund und Boden dem Staate, der ihn unter Berücksichtigung der Fruchtbarkeit und der Grösse der einzelnen Familie unter die Ackerbauer vertheilte.

Vermessungen des Landes waren nicht zu entbehren. In dem Buche Tshóu-li (1100 v. Chr.) finden sich schon Mittheilungen über das chinesische Vermessungswesen und von Kaiser Kang-wang (1078—1053 v. Chr.) wird behauptet, dass er das Land vermessen liess.

Ueber die regelmässige Eintheilung der chinesischen Ländereien wird das Folgende berichtet:

Der Men von 100 Pu (Schritten) zu sechs chinesischen Fuss (Tschi) Länge und ein Pu Breite hatte einen kleinen Graben (Kuen) von einem Fuss Tiefe und Breite. Auf alle 100 Men (Morgen) eines Mannes kam ein Graben von zwei

Fuss Tiefe und Breite (Sui). 900 Men bildeten einen Tsing mit einem Graben von vier Fuss Breite und Tiefe. 100 Tsing bildeten einen Thung, in jedem Thung waren neun Kanäle von 16 Fuss Breite und Tiefe. Diese sämmtlichen Gräben und Kanäle standen mit einander in Verbindnng, und führten die neun Kanäle das Wasser von 100 □ Li in den nächsten Fluss.

Eine strikte Durchführung dieser regelmässigen Landauslegung war praktisch nicht möglich; namentlich mussten Berge, Waldungen etc. nothgedrungen zu zahlreichen Abweichungen führen.

Diejenigen, die sich mit der Wissenschaft der Messinstrumente beschäftigten, um den Schatten der Sonne zu bestimmen und das Land zu messen, hiessen Tu-fang-shi. Diese Beamten hatten auch Ameliorationen anzugeben. Während der Han-Dynastie (205 v. Chr. — 1711 n. Chr.) unterstand die Anfertigung der Karten dem Sz'-kung (Ssèkung) oder dem Minister der öffentlichen Arbeiten. Ueber die Art der Anfertigung derselben ist nichts Genaues bekannt. In der Schrift aus der Zeit der Tshón-Dynastie wird gesagt: „Bei der Anlage einer Hauptstadt nivelliren sie das Terrain mit Hilfe des Wassers und der Lothleine. Mit Hilfe der Lothleine errichten sie einen Pfosten (worunter jedenfalls der Vertikalstab des Gnomon gemeint ist, der 8 Fuss Länge hatte)."

Schon früh bestand ein kartographisches Amt, dem im Tshóu-li die Ausführung der Vermessungen vorgeschrieben wird. Ein centralisirtes System hat jedoch wohl nicht existirt, wenigstens scheint nicht ein von der Regierung organisirtes Corps von Ingenieuren von Provinz zu Provinz die Kartirung ausgeführt zu haben. Die Aufnahmen blieben Sache der Provinzverwaltungen und fielen infolge dieser Einrichtung sehr ungleich aus. Neben der allgemeinen Aufnahme von Landkarten wurden seit undenklichen Zeiten Katastervermessungen der Ackerbaugegenden ausgeführt. Der Agrarbesitz war ausserordentlich stark parcellirt, die Grösse der einzelnen Grundstücke war genau bekannt. Eigentliche Katastralkarten scheinen jedoch nie angefertigt worden zu sein. Die zu den Aufnahmen benutzten Instrumente waren sehr einfacher Art. Die Entfernungen auf den Hauptstrassen wurden mit der Kette gemessen, die meisten übrigen Mafse scheinen durch Schätzung bestimmt worden zu sein.

Nach dem Tschen-li besass der Ta-ssetu (Ober-Direktor der Menge) die Karten über das Gebiet der Reiche und die Zahl ihrer Bewohner. „Er kennt so Länge und Breite des Gebiets der neun Provinzen, unterscheidet die Namen und Produkte ihrer Berge, Wälder, Wasserläufe, Seen, grosse und kleine Hügel, Flussufer, Hochebenen, Niederungen und Sümpfe, unterscheidet die Reiche und Grenzen, bestimmt die Grenzen des Kaisergebietes und fixirt sie durch Kanäle und Dämme."

Schon in den ältesten Zeiten (unter Yü) wurde der Boden der verschiedenen Provinzen nach der Beschaffenheit und den Produkten abgeschätzt und klassificirt. Hiernach wurden die Abgaben bestimmt, und der Vorstand der Arbeiten hatte für das Kataster der Ländereien zu sorgen.

5. Indien und Ceylon.

Indien erscheint im Gegensatz zu Aegypten und Babylonien zu keiner Zeit als ein einheitliches politisches Gebiet, vielmehr bestanden hier stets eine grössere Anzahl Staaten, die durch Flüsse, Berge und Wüsteneien von einander geschieden waren. Die Quellen über die älteste Geschichte Indiens sind dürftig, da die Hierarchie der Brahmanen einen ungünstigen, lähmenden Einfluss nach dieser Richtung hin ausgeübt hat.

Die Spuren der mit der historischen Entwicklung besonders eng zusammenhängenden indischen Religionsgeschichte lassen sich nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung bis etwa 1000 v. Chr. verfolgen.

Die klimatischen Verhältnisse Indiens bedingten in einem noch höheren Grade, wie in Aegypten und China, eine künstliche Bewässerung, der allein dieses Land seit den ältesten Zeiten seine Blüthe zu verdanken hat.

Die gesammte Südhälfte dieses sehr umfangreichen Gebietes würde ohne die zahlreichen Kanäle und künstlichen Wasserteiche vollständig unbewohnbar sein, fällt doch mit Ausnahme der Regenmonate fast kein Tropfen Wasser vom Himmel. Nur um Weihnachten pflegt manchmal noch einige Tage Regenwetter einzutreten. Die Regenzeit dauert von Mitte Juni bis Ende September, und ist die Niederschlagshöhe dann zeitweise eine ganz ungewöhnlich grosse. Nicht selten fallen 28 cm Regenhöhe an einem Tage. Die Verhältnisse bedingten eine von dem babylonischen, ägyptischen und chinesischen Irrigationssystem abweichende Methode zur Anfspeicherung des Wassers. In Indien kamen zahlreiche künstliche Teiche zur Ausführung, in denen das überschüssige Wasser der Regenzeit gesammelt wurde.

Die Frage, in welchem Lande zuerst von diesem Mittel Gebrauch gemacht wurde, kann bis jetzt wohl kaum mit Sicherheit beantwortet werden. Ueber derartige Anlagen in Aegypten ist bisher nur wenig ermittelt, das Gleiche gilt von China.

Die Vertiefung, welche im Boden durch die Fortnahme des zum Bau der Hütten und Häuser nothwendigen Bodens entstand, bildete eine Ansammlungsstätte für das Wasser. Aus dieser primitiven Form gingen allmählich die antiken Riesenteiche hervor, deren Reste sich in so grosser Zahl noch heute finden. Nach der Art ihrer Herstellung werden die Tanks, welche Bezeichnung durch die Portugiesen für die im Sanskrit mit dem Ausdruck Tirthani benannten Teiche eingeführt wurde, in dem Carnatik in solche unterschieden, die durch Ausgrabung gewonnen sind und Culam heissen und in solche, die durch Vorziehung von Dämmen gebildet und Eray genannt werden.

Die zu den unkultivirtesten Bewohnern Indiens gehörenden Gonds legen in den zugänglichsten Theilen des Waldes Cisternen von Bambusröhren und Erde an. Bleibt das Regenwasser, das in diesen Anlagen gesammelt werden soll, in einer Gegend aus, so ziehen dieselben mit ihren Hütten nach einem

anderen Gebiet. Es bleibe dahingestellt, wie diese Anlagen in den Entwicklungsprocess einzureihen sind.

Ausser durch Teiche wurde die Bewässerung der Ländereien auch in Indien durch Aufstaunng von Flussläufen und durch die Anlegung von Brunnen bewirkt. Die letztere Wassergewinnungsart kann vielleicht als die älteste der in Indien vorkommenden Bewässerungsmethoden betrachtet werden.

In Oberindien werden die Flüsse im Frühjahr vor Beginn des Monsuns durch das Schmelzen des Schnees und der Gletscher gespeist und haben das ganze Jahr hindurch Wasser; im südlichen Theile Indiens verdanken dagegen die Flüsse ihr Wasser lediglich dem Monsun mit seinen Regenniederschlägen und besitzen daher während mehrerer Monate nur ein geringes Wasserquantum.

Während man sich im Ganges-Thal und seinen Seitenthälern mit einer Verdämmung der Flussläufe begnügen konnte, um das Wasserniveau zu heben und hierdurch eine Speisung der Kanäle zu erreichen, war man in den Centralprovinzen zu einer Aufspeicherung des Wassers gezwungen, wollte man in der trockenen Zeit nicht ohne dasselbe sein. Das Ausbleiben genügender Regenmengen wird stets von den verhängnissvollsten Folgen für die Bevölkerung begleitet sein, und sind Hungersnöthe in Indien, trotz der gewaltigen Anstalten, die für die Wasseraufspeicherung in diesem so überaus dicht bevölkerten Lande getroffen worden sind, noch nicht von der Tagesordnung verschwunden.

Diese Aufspeicherung des Wassers ist in Indien seit langen Zeiten durch die Hindus zur Ausführung gebracht. Das Hauptprodukt des Landbaues ist Reis, dessen Kultur ganz besonders von einer genügenden Bewässerung abhängig ist.

Die Bewässerungsreservoirs wurden und werden noch jetzt theils nur zur Berieselung der benachbarten Ländereien benutzt, theils fand und findet eine Vertheilung des Wassers durch kürzere oder längere Kanäle statt.

In der Gegend von Madras giebt es 50000 Reservoirs, von welcher Zahl ein grosser Theil antiken Ursprungs sein dürfte. Die Abmessungen dieser Teiche sind sehr verschieden. Die durch ein Reservoir bewässerte Fläche schwankt in dem Distrikt von North Arcot zwischen 4 und 400 Hektaren.

Im allgemeinen sind für diese Teiche grosse, oberhalb einer felsigen Schlucht befindliche Parthien gewählt, und wird das Becken durch Erbauung eines Querdammes gebildet. Sind derartige günstige Stellen nicht vorhanden, so sind die Reservoirs häufig auf etwas gewellten Hochebenen angelegt. Die Unzulänglichkeit oder Unsicherheit der direkten Speisung ist in diesen Fällen durch die Zuleitung benachbarter Wasserläufe abgeschwächt.

Ein derartiges Becken ist das Reservoir von Veranum. Dasselbe wird durch einen Kanal gespeist, der vom Coloroon, einem Nebenflusse des Cavery, abzweigt. Der Abschlussdamm dieses Behälters hatte eine Länge von 20 km,

die Höhe betrug im Maximum 6 m. Die Oberfläche war früher etwa 8000 Hektar, der Rauminhalt 80000000 cbm.

Die Abschlussdämme der indischen Reservoirs bestehen fast ausnahmslos aus Erde, nur einzelne sind gemauert; verschiedene sind theils gemauert, theils aus Erde geschüttet.

Ein Theil der alten Reservoirs ist mit Ueberfällen ausgerüstet, die in der Provinz Madras mit dem Ausdruck „Calingulas" bezeichnet werden. Ueber diese Ueberfälle stürzt das angestaute Wasser, sobald es die Höhe derselben erreicht hat.

Der Ablauf des Wassers erfolgt in Indien in manchen Fällen durch Grundabläufe, die häufig in das Massiv der Calingulas eingebaut sind. Von den antiken Stauteichen, die theils in der früheren, theils in vergrösserter Form, auch heute noch in Benutzung sind, sei des Reservoirs vom Chembrambaukum gedacht.

Dieses Reservoir liegt 23 km von der Stadt Madras entfernt. Es stellt einen künstlichen See vor, der durch ein Abschlusswerk aus Erde gebildet wird. Die Oberfläche dieses Behälters hatte vor der Vergrösserung einen Inhalt von 2000 Hektar. Die aufgestaute Wassermenge betrug etwa 60 Millionen Kubikmeter. Der Erddamm war 5 km lang und bis 8 m hoch. Die Vertheilung erfolgte durch 10 Speiseaquädukte; für das Ueberlaufwasser waren sechs Ueberfälle vorhanden.

Von allen grösseren Stauweihern führten zahlreiche Kanäle das Wasser auf das Land.

Zu den hervorragendsten altindischen Irrigationswerken mittelst Flusswassers gehören diejenigen des Cavery in Dekan.

Bei der Bedeutung, welche dieser Fluss für das Gedeihen der an ihm liegenden Landschaften Trichinopalli und Tanjore hat, erscheint es erklärlich, dass diesem Strom grosse Verehrung gezollt wird. An den Katarakten dieses Flusses lagern noch jetzt die Pilger in grossen Scharen und bringen, wenn infolge günstiger Witterungsverhältnisse das Wasser in Ueberfülle heranströmt, demselben in Begeisterung Dankopfer dar. Durch die vielen Stromspaltungen und Bewässerungskanäle wird fast das gesammte Wasser konsumirt. Der höchste Wasserstand tritt in der Zeit von Mitte Juli bis Mitte August ein. Vier Stunden unterhalb der als Wallfahrtsort dienenden Insel Seringham spaltet sich der Cavery in zwei Arme. Der nördliche Arm heisst Colerun; er besitzt einen 20 Fuss tiefer liegenden Wasserspiegel wie der Südarm, der dem Tanjoredistrikt durch zahlreiche Kanäle seine grosse Fruchtbarkeit verleiht. Um zu verhindern, dass die Wasser des Cavery in den Nordarm fliessen, wodurch das ganze Nordgebiet überschwemmt werden würde, wurde von dem Ostende der Insel Seringham, zu Coiladdy, schon im Alterthume ein gewaltiger Kunstdamm erbaut. Nach allen Seiten führen von hier aus Kanäle. Der ganze Tanjoredistrikt wird hierdurch in eine Korn-

kammer verwandelt, während er sonst eine Sandwüste wäre. Tanjore ist das zweitfruchtbarste Gebiet Hindustans, an erster Stelle ist Burdwan in Bengalen zu nennen.

In dem Tanjoredistrikt hat sich das Brahmanenwesen in seiner alten Macht und in vollem Ansehen erhalten. In der Mitte des Cavery-Deltas liegt die alte Landeskapitale Combuconum. Als Ueberreste der einstigen Pracht sind die Tempel und Tanks zu nennen. Einer der letzteren steht in dem Rufe, alle 12 Jahre die Pilger, die sich in ihm baden, von allen Sünden zu reinigen.

In dem Distrikt von Arcot sind die Bewässerungsanlagen gleichfalls von ausserordentlichem Umfange. 2698 Tanks grösserer und 1322 Behälter kleinerer Art sind hier vorhanden; 678 Kanäle, die Flusswasser und 647, die Quellwasser führen, vertheilen das Wasser auf die Aecker.

Von dem Maha Nadi (d. i. der grosse Strom), bewässern drei Hauptarme den Deltaboden von Kuttak. Diese drei Arme theilen sich weiter in eine sehr grosse Zahl von Kanälen. Die Befruchtung des Deltas erfolgt durch Ueberschwemmungen, die wie jene des Nils mit grossen Schlammablagerungen verbunden sind. Zur Regelung der Ueberfluthung, namentlich zur Abwehr etwaiger schädlicher Folgen waren grosse Kunstdämme (Bunds) erforderlich. Durch Steinmauern wurde die alte Hauptstadt Kuttak oder Kattak gegen den Andrang des Stromes geschützt. Die jetzt vorhandenen Anlagen gegen die Ueberschwemmungen sind eine Schöpfung aus der Periode der Gross-Mogule und etwa um das Jahr 1000 n. Chr. erbaut. Stirling glaubt, dass diese Werke nach dem Vorbilde weit älterer Anlagen geschaffen seien. Die scharfe Scheidung zwischen Schöpfungen aus der Periode, die wir unter dem Begriff Alterthum umfassen und aus der antiken Hinduperiode ist nicht immer durchzuführen. Viele, wohl sogar der grösste Theil der antiken Hinduwerke stammt aus dem Mittelalter.

Bei der Bedeutung des Wassers für die sämmtlichen südlichen antiken Kulturländer erscheint die Verehrung, die diesem Elemente dargebracht wurde und wird, erklärlich. Aber nirgends dokumentirt sich dieselbe in einer so intensiven Weise als an dem heiligsten Flusse Indiens, dem Ganges. Nach der Brahmanenlehre sind die Welt und die Götter aus dem Wasser hervorgegangen. Auch in der sumerischen Religion spielte der gute Geist der Erde, dessen Wohnort die Wassertiefe oder das grosse Urwasser, Nun genannt, war, eine grosse Rolle. Die Gemahlin dieses Gottes hiess Dam-galnunna, d. i. die grosse Gemahlin der Wasserwohnung. Alle Wasser des Ganges sind Abkömmlinge der Götter und viele der Flüsse, wie der Ganges selbst, weibliche Gottheiten. Nach diesen Flüssen zu wallfahren, in denselben zu baden und sich von Sünden rein zu waschen, ist das Streben der Hindus. Im Gangesbade sucht der Kranke Genesung und der Gesunde sorgt dafür, dass seine Asche nach dem Tode in den Fluss gestreut wird. Von der Quelle bis zu seinem

Unterlauf besitzt der Ganges dieselbe Heiligkeit und auch sein Zwillingsstrom, der Brahmaputra, sowie die Nebenflüsse des Ganges gelten für heilig. Dem Gangesgebiet ist infolge der ausgedehnten Bewässerung durch unzählige Wasserläufe eine ganz ausserordentliche Fruchtbarkeit eigen, die diesem Lande seit Jahrtausenden eine grosse Population und zahlreiche Städte gegeben hat. Die Gangesufer sind in Benares überall mit Prachttreppen, sogenannten Ghants aus Marmorquadern versehen, auf denen die Pilger zum Strombad hinabsteigen. Das Stromufer ist der bedeutendste, bewohnteste Theil des Landes und das religiöse Element das Hauptmoment zur Kultivirung eines Wassergebietes geworden. Dasselbe hat in wirksamster Weise die Bewohner auf die Ausnutzung der Flüsse hingelenkt.

Die von den Indern ersonnene Wasserhebemaschine, Picota genannt, ist in Abb. 7 dargestellt. Neben derselben ist noch jetzt die in Abb. 22 wiedergegebene Wasserhebevorrichtung in Gebrauch, deren Alter wohl ebenfalls sehr weit zurückreichen dürfte.

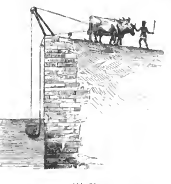


Abb. 22.
Indische Wasserhebungsvorrichtung.

Eine dritte, speciell in Bengalen in Gebrauch gewesene Maschine zum Wasserschöpfen ist der Jantu. Derselbe besteht aus einer Rinne, die an einem Ende drehbar ist, während sie an dem anderen Ende gehoben und gesenkt wird. Vielfach war die Vorrichtung auch so angeordnet, dass sie wie ein Balancier in der Mitte drehbar gelagert war. An dieser Stelle fand alsdann der Wasserausfluss statt.

Die Frage, wer die ersten Bewohner **Ceylons** waren, soll hier nicht berührt werden. Für die Geschichte der Ingenieurtechnik kommen als die ältesten Schöpfer von Ingenieurwerken die Singhalesen in Betracht, die aus Dekan und Magadha gegen das 5. Jahrhundert v. Chr. eingewandert sein dürften. Hierauf ist es zurückzuführen, dass die gleiche Herrscherweise, die Kasteneintheilung, die Künste, Sprache und Religion von dem indischen Festlande nach der Insel übertragen wurden.

Wie in Indien, so waren auch auf Ceylon die künstlichen Teiche allgemein in Gebrauch.

Ceylon kann hinsichtlich seiner Wasserverhältnisse in zwei Theile unterschieden werden. Der nördliche Theil der Insel steht in Bezug auf Anzahl und Ergiebigkeit der meteorischen Niederschläge weit hinter dem südlichen zurück. Im Norden konnte lediglich durch die Anlegung künstlicher Wasserbehälter dem Eintritt eines vollständigen Wassermangels vorgebeugt werden, indem der

Ueberfluss an Wasser in der Regenperiode für die an Niederschlägen arme Jahreszeit aufgespeichert wurde. In der Südwesthälfte dagegen wurde es erforderlich, durch Kanalisation die Wassermengen abzuleiten.

Die Wasserteiche wurden ganz ähnlich wie in Indien im allgemeinen dadurch gebildet, dass in einer passenden Schlucht ein Querdamm gezogen und in das so entstehende Becken der Regen und sonstiges Wasser des betreffenden Niederschlaggebietes geleitet wurde.

Bei der Herstellung der im Alterthum auf Ceylon geschaffenen Ingenieurbauten kamen die einfachsten Hilfsmittel zur Anwendung. Die zu den hervorragendsten Ingenieurwerken, den Stauweihern, erforderliche Erde wurde in Körben herbeigeschafft, die Steine wurden mittelst Keilen gesprengt, wovon die Spuren noch jetzt zu sehen sind. Diejenigen Steine, welche an exponirten oder den Blicken ausgesetzten Stellen ihren Platz fanden, wurden in sorgfältigster Weise mit eisernen Werkzeugen bearbeitet. Zum Transport der schweren Steine bedienten sich die Singhalesen fast keinerlei mechanischer Hilfsmittel.

Der erste Tank, der Abhaya-weva, wurde gegen das Jahr 500 v. Chr. erbaut. Die Zahl der Teiche nahm sehr rasch zu. Die ausserordentliche Vermehrung dieser Anlagen muss wesentlich dem Einflusse der buddhistischen Religion zugeschrieben werden, welche die Zerstörung des thierischen Lebens verbietet und ihren Bekennern die Pflanzenkost vorschreibt.

Von dem bedeutenden Umfange der gesammten Bewässerungsanlagen auf Ceylon giebt der Umstand, dass der Reisende Johnston noch im Jahre 1806 über 600 Tanks zählte, ein deutliches Bild. Diese sämmtlichen Wasserbehälter waren mehr oder minder zerfallen, einzelne sind in neuerer Zeit durch die Engländer einer Ausbesserung unterworfen und wieder in Benutzung genommen worden.

Bisher ist es nicht möglich gewesen, genaue Ermittelungen über die Entstehungszeit aller indischen Wasserwerksbauten anzustellen. Es ist sogar hinsichtlich einer Reihe derselben zweifelhaft, ob sie nicht vielleicht in der mohammedanischen Zeitperiode entstanden sind, während es allerdings für die Mehrzahl der Tanks zweifellos ist, dass sie aus einer älteren Hindu-Periode stammen.

Die Erbauung der grossen Wasserteiche, der Tanks, war die Vorbedingung für die Erhaltung einer bevölkerten Nachbarschaft, wie umgekehrt die bedeutendsten Städte an solchen Plätzen angelegt wurden, an denen mit Sicherheit auf die Wasserzuführung gerechnet werden konnte. Mit der grössten Sparsamkeit wurde in den alten Zeiten mit dem werthvollen Schatze umgegangen, und um das Uebermafs an Wasser, das ein Tank allein nicht zu fassen vermochte, nicht unbenutzt davon fliessen lassen zu müssen, wurden Tanks in verschiedener Höhenlage durch Kanäle unter einander in Verbindung gebracht, und das Wasser von einem Teiche nach dem andern geleitet. In jenen Zeiten konnte Ceylon mit Recht als das „Paradies des Ostens“ bezeichnet werden. Die natürliche Schönheit des Landes wurde durch die hochentwickelte Kultur

noch mehr gehoben, Tempel stiegen auf allen Bergspitzen empor, und zahlreiche Städte waren über das ganze Land zerstreut, deren Tempel (Dagobas) und Paläste sich an der glitzernden Oberfläche der künstlichen Seen wiederspiegelten, denen Millionen Einwohner ihre Nahrung, ihren Reichthum und ihr Leben überhaupt verdankten.

Die Grösse einzelner dieser Städte war eine ganz aussergewöhnliche, so erstrecken sich die Ruinen von Anooradupoora über 16 Quadratmeilen Fläche.

Die Ueberreste von „Poparé", früher „Polanarua" oder „Pollanarova" genannt, eine Stadt, deren Glanzzeit in das Mittelalter fällt, zeigen, in wie ausserordentlich kunstvoller Weise diese Orte angelegt waren. Vor dem Hauptthore dieser Stadt dehnte sich einst ein wunderschöner See von etwa 35 km Umfang aus, der von Upatissa II im Jahre 400 n. Chr. angelegt wurde. Dem Hauptthore näherte man sich auf einer breiten Strasse, die sich auf der Krone eines Steindammes von etwa 3—5 km Länge befand, dessen Fuss der See bespülte. Zur Rechten des Dammes dehnten sich grosse Flächen kultivirten Landes aus, denen das Wasser durch die Schleusen unter dem Damme und durch die anschliessenden Kanäle zugeführt wurde. Die Hauptstrasse führte auf eine Dagoba von 260 Fuss Höhe, die den Mittelpunkt der Stadt einnahm, an welcher Stelle eine zweite breite Strasse die erstere schnitt.

All' diese Herrlichkeit ist gleichsam über Nacht zu Grunde gegangen. Die Könige von Ceylon jener Tage lagen beständig in Krieg mit einander, namentlich war dies zwischen der Königin des Südens, der Beherrscherin der grossen Stadt Mahagan oder Mahagamo in dem Hambangtotte-Distrikt und den Königen von Polanarua der Fall. Diese Letzteren führten später wieder Krieg gegen die Araber und Malabaren, die im Norden Ceylons einbrachen. Die Abschneidung der Zufuhren war auch in jener Zeit das wirksamste Kriegsmittel und die Zerstörung der Wasserleitungen bildete den vernichtendsten Schlag, den einer der Kämpfenden erleiden konnte. Durch die Abschneidung des Zuflusses eines Tanks verlor nicht nur dieser seine Speisung, sondern unter Umständen mit ihm die ganze Reihe der mit ihm in Verbindung stehenden Teiche.

Der erste Sommer musste dann das Land in eine Wüste verwandeln. Durch die Vernichtung der Reisfelder, für welche eine Bewässerung Bedingung ist, bewirkte die Wasserentziehung eine plötzlich eintretende Hungersnoth und binnen Jahr und Tag waren die fruchtbaren Ländereien in Dickicht verwandelt und damit der Untergang blühender Städte besiegelt.

Von den verschiedenen Bewässerungsanlagen Ceylons verdient an erster Stelle das hervorragendste Irrigationssystem dieser Insel, dasjenige des Amba-Ganga, eines Nebenarmes des Mahawella-Ganga, genannt zu werden.

Die umfangreichen Reste dieses Systems, dessen einzelne Theile jedoch nicht sämmtlich dem Alterthum ihre Entstehung verdanken, sondern von welchen einzelne, wie der Kanal von Ellabara, später hergestellt sind, bestehen in einem

langen Kanalbau, der nach dem Orte Nalanda benannt wird, und aus fünf grossen künstlichen Seen.

Um das Wasser des Amba-Ganga zu Berieselungszwecken nutzbar machen und dasselbe seitlich ableiten zu können, ward derselbe zugedämmt und hierdurch aufgestaut. Der hierfür errichtete steinerne Staudamm erhebt sich bis zu 40 Fuss über den gewöhnlichen Wasserspiegel des Flusses.

Der Ableitungskanal geht durch das Dorf Ellahara. Bei niedrigem Stande des Amba-Ganga beträgt die Kanalbreite 6—15 Fuss, die Tiefe 2—3 Fuss. Diese Mafse vergrössern sich mit höherem Flusswasserstande ganz erheblich. Zwei Stunden unterhalb seines Anfangspunktes beträgt die Einschnittstiefe gegenwärtig noch 25—30 Fuss. Der Kanal durchschneidet als ersten Behälter das Reservoir von Kondrawawa.

Weiterhin durchsetzt der Kanal die Betten von sechs Flüssen, die sämmtlich früher zu seiner Speisung abgedämmt waren. Es scheint, als ob der Kanal auch Schiffahrtszwecken dienstbar gemacht worden war.

Der Kondrawawa Tank, der höchstliegende der Kunstwasserteiche, hat eine kleine Stunde im Umfang. Von demselben gehen zwei Kanäle aus, einer nach dem Guretille oder Girentilla Tank, der andere nach dem Minnere-Tank. Der Umfang des ersteren Behälters beträgt 3—4 geographische Meilen. Der Mauerdamm, welcher das Wasser des letzteren Tanks staut, ist 400 m lang, oben etwa 18 m stark. Dieser Damm ist gegenwärtig zum grösseren Theile mit Bäumen bewachsen. An den Stellen, an welchen das Mauerwerk sichtbar ist, besteht dasselbe aus mässig grossen Quadern, durch welche ein Abfluss von 12 Fuss Breite und 3 Fuss Tiefe nach dem Mahawella-Ganga führt. Die Ausflüsse befinden sich am Fusse der Eindämmung und liegen wahrscheinlich tiefer als der Tankboden. Abb. 23 giebt die Ansicht eines Ausflusses.



Abb. 23.
Ausfluss des Kondrawawa Tank.

In der Nähe des Minnere oder Minery Tanks befinden sich verschiedene alte Tempelanlagen von zum Theil ganz ausserordentlicher Grösse. Als Erbauer dieser Tempel, wie auch des Tanks von Minnere, wird Mahasin Maha Radjah (König mit den Goldwaffen) genannt. Dieser Herrscher, dem die Sage die Erbauung von 150000 Tanks zuschreibt und der etwa 300 Jahre v. Chr. lebte, hatte die Religion Buddhas abgeschworen, die Priester verfolgt und die buddhistischen Tempel und Bildsäulen zerstört. Nachdem er seinen Irrthum erkannt, baute er, um den Frevel zu sühnen, Werke, die der Allgemeinheit dienten.

Der Umfang des genannten Stauteiches beträgt etwa 32 km. Die Dämme besitzen eine Länge von mehreren Kilometern und eine durchschnittliche Höhe von etwa 80 Fuss.

Anderthalb geographische Meilen unterhalb des Minnere-Tanks liegt der Kowdella-Tank, der noch nicht näher erforscht ist. Ueber den Kunstdamm dieses Teichs führt eine Hauptstrasse, mit demselben steht eine Reihe weiterer Tanks in Verbindung. Als fünfter Haupt-Tank folgt derjenige von Kandelly oder Kaudelay oder Kaudelle. Dieser Kunstteich besitzt zwei Mauerdämme; der auf der Ostseite liegende ist aus schön behauenen Quadersteinen erbaut, die eine Grösse von 12 Fuss Länge und 4 Fuss Breite haben. Der Hauptdamm liegt zwischen zwei Bergrücken und besitzt eine Längenausdehnung von 2000 m. Der Damm hat an seiner Basis eine Stärke von etwa 50 m, an der Krone eine solche von 9 m; seine Höhe beträgt 6 m. Beide Dammseiten sind geneigt angelegt, und zwar besitzt die dem Wasser zugekehrte Seite eine Neigung von

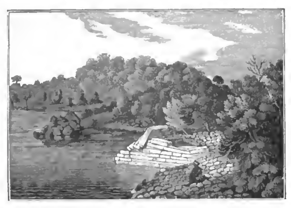


Abb. 24.
Oberer Theil eines Ausflusses des Tanks von Kandelly.

45°, die Steine haben eine Länge von 2 bis 3 Fuss und eine Höhe von 2 Fuss. Auf der äusseren Seite ist der Damm sehr flach und besteht aus Sand und Erde. Zum Abfluss dienten zwei Leitungen. Der grössere Auslass ist mit viel Kunst und sehr stark angelegt. Der Abflusskanal geht von einem gemauerten Vorsprung aus, der etwa 6 Fuss über die Dammlinie vorspringt. Dieser Theil ist aus 5 bis 6 Fuss langen Steinen erbaut, die sorgfältig, jedoch ohne Mörtel aufeinander geschichtet sind. Die Oberfläche ist eben. In diesem Mauerklotz befindet sich ein Schacht, der direkt mit dem unteren Kanal in Verbindung steht. Das Wasser strömt aus zwei Oeffnungen aus, die durch drei vertikale Steine und einen darüber liegenden, jetzt durchbrochenen mächtigen horizontalen Quader gebildet werden. Die Abb. 24 und 25 geben ein Bild dieser Anlagen. Der zweite Abfluss wird durch eine runde Oeffnung gebildet.

Das Amba-Ganga-System ergiesst sich nach Durchfliessen der Tamblegan-Niederung in die grosse innere Bay von Trincomalli. Der gleichnamige Hafen-

ort an diesem Meerbusen dürfte seine einstige Blüthe der hinter ihm liegenden früheren grossen Kornkammer zu verdanken gehabt haben.

Die oftgenannten Bergtempel Mehentele (Mihintala) liegen an einem prächtigen See, dem Neurea Wewa, der gleichfalls ein durch einen Mauerdamm gebildeter künstlicher Teich ist. Der Mauerdamm ist in diesem Falle eine Stunde lang und besitzt eine Höhe von 30 Fuss. Auch dieses Werk wird dem Mahanvansi oder Mahasin Maha Radjah zugeschrieben.

In dieser Gegend liegen die sehr ausgedehnten und grossartigen Ruinen der Königsstadt der Ana, Anaradhapura (auch Anarajapura, Anaradupoora oder Anaradhapoora genannt), die heute ein Alter von über 2300 Jahren besitzen.

Die Strasse zwischen dem Berge, auf welchem der Mihintala-Tempel liegt,

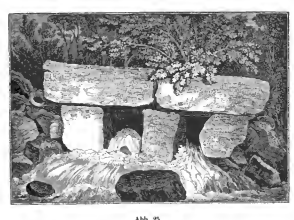


Abb. 25.
Ansicht des unteren Theils eines Ausflusses des Tanks von Kandelly.

und Anarajapura, hat eine Länge von fast 8 engl. Meilen = 11 km und besitzt Aehnlichkeit mit einzelnen Strecken der via Appia. Diese Strasse war die via sacra der Buddhisten und mit zahlreichen Denkmälern geschmückt. Auf ihr fuhr der Wagen dahin, in welchem der fromme König Devenipiatissa Mahinda, dem die Einführung des Buddhismus in Ceylon zuzuschreiben ist, nach der heiligen Stadt bringen liess.

Auf der Fläche, die einst Anarajapura einnahm, befindet sich der heilige „Bo-Tree“, wohl der älteste historische Baum der Welt, der 288 Jahre vor Christi Geburt gepflanzt wurde und heute ein Alter von 2186 Jahren besitzt.

Sehr beachtenswerth unter den Ueberresten dieser Riesenstadt sind die mit dem Ausdruck „Pokunas“ bezeichneten steinernen Bäder, deren Zahl eine sehr grosse war. Diese Teiche zeigen in ihrer Anordnung und architektonischen Ausgestaltung eine grosse Mannigfaltigkeit und trugen einst sicherlich viel zu der Schönheit der alten Städte Ceylons bei. In Abb. 26 ist eine dieser

Poknnas abgebildet. Das Bild zeigt eine wiederhergestellte derartige Anlage, bei welcher jedoch von dem ursprünglichen Schmuck manches fehlen dürfte. Innerhalb der Steinterrasse war ein Bad vorhanden, das, wie die Spuren erkennen lassen, überdeckt war. Sowohl hier, wie auch auf der entgegengesetzten Seite der Gesammtanlage war eine unterirdische Kammer erbaut. Die Wände dieser Kammern zeigen ausserordentlich schön bearbeitete Steine: die Decken bestehen aus marmornen Platten besonderer Art, die eine Länge von 7—12 Fuss besitzen.

Das interessanteste Beispiel derartiger Anlagen ist eine Zwillingspokuna. Die beiden Badeteiche sind hintereinander angeordnet und besitzen zusammen



Abb. 26.
Pokuna in Anaradhapura.

eine Länge von 220 Fuss, bei einer Breite von 50 Fuss. Auch hier finden sich Terrassenbauten, zu denen Treppen hinabführen. Die Bestimmung der verschiedenen Badeteiche kann bis jetzt nicht genau angegeben werden. Einzelne derselben gehörten jedenfalls zu Klöstern und waren ausschliesslich für die rituellen Waschungen (Ablutionen) bestimmt, andere dürften königliche Privatanlagen gewesen sein. Manche dienten wohl öffentlichen Zwecken, noch andere mögen als Reservoirs für Trinkwasser benutzt worden sein. Die Versorgung mit Wasser erfolgte bei allen Poknnas durch die künstlichen, ausserhalb der Stadt liegenden Tanks.

Obgleich die einheimischen Annalen manche Einzelheiten der Strassen der alten Stadt erwähnen, so sind doch, da die Hausfundamente tief mit Boden

bedeckt sind, die Spuren der Strassen schwer aufzufinden. Einige Kilometer östlich von dem Stadtmittelpunkt, in Toluwila, hat man jedoch auf einer Strecke von einigen hundert Metern den gepflasterten Strassendamm entdeckt. Dort, wo die Strasse sich hob oder senkte, sind in Zwischenräumen Treppenstufen eingelegt. An diesen Stellen standen vermuthlich einige Gebäude. Diese Parthie gehört wahrscheinlich zu dem heiligen Bezirk der alten Stadt.

Von Anooradhapoora führte einst ein Kanal von über 96 km Länge nach dem Tank von Kalaweva oder Kalawapi. Dieses Werk verdankt seine Entstehung dem König Dhaatu Sena und wurde etwa im Jahre 460 n. Chr. durch Herstellung eines Querdammes in dem Kala-oya geschaffen. Der Damm besass einst eine Länge von 19,3 km, erwies sich aber als nicht stark genug und zerbarst.

Der grosse Tank von Padivil weist noch die Reste der Vorrichtung auf, durch welche das Wasser abgelassen wurde. Dieser Abfluss ist aus behauenen, 2 bis 6 Fuss langen Steinen hergestellt.

Tennant schätzt die Masse der bei diesem Baue zur Verwendung gekommenen Steine auf etwa 13000000 cbm und die Zahl der hierbei beschäftigten Arbeiter auf 10000 während fünf Jahren.

Die Länge des Abschlussdammes beträgt 17,7 km, die Breite an der Basis ist 200, an der Krone 30 Fuss. Die Höhe beträgt bis zu 70 Fuss.

Ein weiterer ausserordentlich grosser Kunstteich befindet sich bei Mantotte. Es ist dieses der Cattocari, d. h. der Riesentank, der als das bedeutendste Monument der ganzen Nordwestseite der Insel betrachtet wird. Der Cattocari ist von so grossem Umfange, dass er ein Land zu bewässern vermochte, das eine halbe Million Centner Reis hervorzubringen im Stande war. Zur Zeit der mohammedanischen Ansiedelung in Indien war dieser Riesentank noch in vollkommenem Zustande und von ausserordentlichem Nutzen für die drei anstossenden Distrikte Mossele, Mantotte und Nanatan. Der Tank wird durch einen Erddamm gebildet. Etwa neun Meilen von dem Südende desselben entfernt findet sich ein zweiter Damm, der 600 Fuss lang, 40—60 Fuss breit und 8—12 Fuss hoch ist. Dieser Damm ist aus behauenen Steinen von 6—7 Fuss Länge, 3—4 Fuss Breite und 1—1½ Fuss Höhe erbaut, und sind die Steine in sorgfältigster Weise durch Mörtel mit einander verbunden. Neben dem Damm befindet sich ein Kanal, der das Wasser dem Tank zuführen sollte.

Wer der Erbauer dieses in den Felsen gehauenen, anscheinend nicht zweckentsprechenden Kanals ist, und von wem überhaupt der Tank selbst erbaut wurde, konnte bisher nicht ermittelt werden. Es ist nicht ausgeschlossen, dass dieser Tank kein antikes Bauwerk ist.

In der Nähe des Tanks von Kandelle hat Johnston Inskriptionen entdeckt, die in einer unbekannten Schrift hergestellt sind. Nach der Landessage bezieht sich eine Inschrift auf den Bau des Tanks, auf die Leistungen und die Zahl der Arbeiter, auf die Menge des Wassers, welche der Tank aufnehmen

konnte, auf die Zeit und die Art der Wasservertheilung und endlich auf die Zahl der durch den Teich bewässerten Aecker und deren Reisertrag.

Ueber die Besitzverhältnisse des Landes ist das Folgende anzuführen. Das Land wurde an die zweifellos sehr zahlreiche Bevölkerung unter der Bedingung vergeben, dass der Einzelne einen grossen Theil seiner Arbeitskraft der Allgemeinheit zur Verfügung stellte. Dieses Verhältniss wurde mit dem Ausdruck „rajah-karia = Königsdienst“ bezeichnet. Die Landüberlassung fand hiernach unter der Bedingung statt, dass der Monarch die Arbeitskraft der Landbesitzer für die Erbauung der Irrigationswerke, der Tempel und sonstigen Heiligthümer beanspruchen konnte. Ein derartiges Dienstverhältniss war in einem Lande wie Ceylon, wo der hauptsächlichste Landbau in der Reiskultur bestand, ohne grosse Schwierigkeiten durchführbar, da der Reisbau sehr wenig Zeit beanspruchte, indem durch die Stauweiher und Wasservertheilungskanäle ein Haupttheil der Landbearbeitung in Wegfall kam.

6. Turkestan und Persien.

Turkestan, das innere oder Central-Asien, ist nach den neueren Forschungen, wie bereits früher erwähnt, als dasjenige Land anzusehen, von dem aus die Nomadenzüge ihren Ausgang nach Osten und Westen nahmen.

Hier, wo in späterer Zeit durch mohammedanische Chans die Irrigationskunst zu neuer Blüthe gelangte, hat das Alterthum bereits mannigfaltige Spuren seiner Thätigkeit zurückgelassen.

Wenn es auch nicht möglich ist, im Einzelnen die aus dem Alterthume stammenden oder in jenem Zeitraume vorhanden gewesenen Anlagen der Irrigationskunst nachzuweisen, so darf doch mit voller Sicherheit behauptet werden, dass derartige Werke seit Jahrtausenden hier geschaffen wurden. Sowohl der Oxus und Jaxartes, wie der Murgab und der Serafschan dürften bereits im Alterthume durch Aufstauung der Bewässerung dienstbar gemacht worden sein.

Wie die, auch heute hier noch zur Anwendung kommenden primitiven technischen Mittel in den Entwicklungsprocess der Ingenieurtechnik einzugliedern sind, muss vorläufig unentschieden bleiben.

Die Methode zur Bestimmung der Höhenverhältnisse ist eine höchst eigenartige. Zu diesem Zwecke legt sich der Betreffende mit dem Rücken auf die Erde und sieht über die Stirn hinüber nach der Gegend, nach welcher der Kanal geführt werden soll. Nach dem Punkte, den der auf dem Boden Liegende in dieser Lage zur Noth noch sehen kann, ist das Wasser zu leiten. Die Methode setzt eine möglichst ebene und der Pflanzendecke möglichst baare Landfläche voraus.

Beim Graben der Kanäle findet nur ein Instrument, die Haue (Ketmen), Verwendung. Der Bodentransport geschieht meistens in der Weise, dass die Erde in dem aufgeschürzten Gewande fortgetragen wird.

An den Kanalufern wird die Erde zu Dämmen aufgeschüttet, das Wasser fliesst zur Hälfte über und zur Hälfte unter dem Niveau des anschliessenden Landes dahin.

Wie in China besteht der Boden hier auf weiten Strecken aus Löss, und dieser Umstand gestattet, die Wände der Eindämmungen fast senkrecht abfallen zu lassen und ihnen zudem eine verhältnissmässig geringe Stärke zu geben. Die Eigenschaft des Löss wird ausserdem in der Weise ausgenutzt, dass Lössklösse in den Kanal geworfen werden, um deren gelöste Bestandtheile als Dung den Aeckern zuzuführen.

An den Gebirgen bestehen die Kanäle auf viele Kilometer hin aus Gräben, die theils in die Felsen eingearbeitet, theils dadurch gebildet sind, dass die Aussenwand aus Löss besteht, der gleichsam an den Felsen angeklebt ist. Ueber tiefe und breite Schluchten wird das Wasser in einfachen Rinnen aus Baumrinde geleitet. Die besonders in Persien so überaus zahlreichen und später näher zu beschreibenden Karyss (iranisch Kariz oder Kerises), d. h. unterirdische Wasserstollen, finden sich in Turkestan ebenfalls.

Die Mittel zur Aufstauung der Wasserläufe bestehen in Flechtzäunen aus Weidenruthen oder ähnlichem Material. Bei starker Strömung werden diese Theile durch eingerammte Pfähle befestigt und durch Rasen, Löss, Sorghumstengel und das herabgeschwemmte Gestein gedichtet.

Die Hochwasser reissen fast jedes Jahr grosse Mengen von Schlamm und Geröll mit sich und verursachen eine bedeutende Arbeitslast. Ganze Felder werden mit Sand und Gerölle überschüttet. An diesen Uebelständen sind die Dämme insoweit Schuld, als in denselben keinerlei Oeffnungen vorhanden sind.

Die Kreuzung der Kanäle bewirken die Turkmenen in der Weise, dass sie aus dem Stamme einer Pappel gefertigte Rinnen über den zu kreuzenden Kanal legen oder solche Rinnen aus Weidenruthen herstellen und dieselben durch Rasen oder Lehm dichten.

In welchem Umfange die Bewässerungsanlagen, denen die Umgebungen der Städte Merw, Herat, die Kapitale Khorasans, Nischapur, Balkh ihre Blüthe verdankten, bereits im Alterthume existirten, ist schwer zu entscheiden. Diese Werke werden namentlich von den orientalischen Schriftstellern des Mittelalters in überschwänglicher Weise gepriesen.

Die berühmte Stadt Van in Transkaukasien besitzt eine Wasserleitung, die von dem Warrak Dagh herabkommt und eine Länge von ca. 70 Kilometer hat. Dieses Werk soll etwa 800 v. Chr. von einem König Mennas erbaut sein. Die Leitung ist heute noch in Funktion. In erster Linie dient dieselbe zu Berieselungszwecken. Sie besteht in der Hauptsache aus in den Fels ober- und unterirdisch gehauenen Kanälen, offenen Gräben und grossen Holzleitungen.

Die Stadt Van ist bei den Armeniern als eine sehr antike, unter dem Namen „Semiramis-Stadt", bekannt.

Das antike Hekatompylon, von dessen ausgedehnten Bewässerungsanlagen verschiedene Schriftsteller des Alterthums berichten, glaubt man in der Gegend des heutigen Ortes Damghan wieder gefunden zu haben. Einen unterirdischen Lauf, von dem diese Schriftsteller sprechen, besitzt der an jener Stelle vorhandene kleine Fluss nicht, wohl aber finden sich hier in grosser Menge jene den persischen Bewässerungsanlagen eigenthümlichen unterirdischen Wasserstollen. Diese Stollen sind besonders im Westen und Norden Irans sehr zahlreich.

Um die Ursachen kennen zu lernen, die zur Schaffung derartiger Anlagen zwangen, ist eine kurze Schilderung der geologischen Verhältnisse Persiens erforderlich.

Persien wird von zwei hohen Bergketten, dem Hindu-kusch und dem Zagros durchzogen. Die grossen Hochebenen dieses Landes liegen in einer Höhe von über 1500 Meter über dem Meere. Die Berge sind nackt und vermögen keinerlei Vegetation hervorzubringen. Der Regen stürzt deshalb rasch von denselben herab, um sich in tiefen unterirdischen Felsspalten zu verlieren.

Flüsse sind nur in sehr beschränkter Anzahl vorhanden. Zur Erlangung des für die Fruchtbarmachung des Landes unbedingt erforderlichen Wassers mussten daher in der Hauptsache die unterirdischen Wasseradern nutzbar gemacht werden, was durch die Herstellung der Kerises genannten Anlagen geschah.

Die Kerises zeigen die nachstehend beschriebene Beschaffenheit. An passend gelegenen Stellen, z. B. am Fusse eines Berges oder eines hochgelegenen Punktes, an welchem das Grundwasser nicht allzu tief steht, werden eine Anzahl Brunnen gegraben und diese Brunnen unterirdisch durch Stollen oder Leitungen mit einander in Verbindung gebracht, sodass das gesammte Wasser in einen grösseren Sammelbrunnen ausmünden kann. In bestimmten Entfernungen, etwa 35—55 m, werden Cisternen gegraben, deren Bodenhöhe so angeordnet wird, dass die weiter unterhalb liegende Cisterne eine tiefere Lage ihres Bodens wie die obere besitzt. Die Stollen, welche die einzelnen Cisternen mit einander verbinden, haben solche Grössenverhältnisse, dass sie das Durchkriechen ermöglichen. Bei der Herstellung der Anlage dienen die Brunnen als Förderschachte. Von der letzten Cisterne geht ein Rohr in die Ebene hinab oder nach der sonst bestimmten Stelle, von wo aus alsdann im allgemeinen offene Kanäle das Wasser weiterleiten.

Von Truilhier sind in der Gegend von Damghan eine grosse Zahl dieser subterrestren Wasserläufe, sowie Brunnen, d. h. Förderschachte gefunden worden. Polybius erwähnt diese Anlagen ebenfalls, indem er mittheilt, dass die Wasserstollen mit unsäglicher Mühe und Arbeit vom Taurus in die Ebene von Hekatompylon hinabgeführt worden seien. Arsaces habe bei dem Anrücken Antiochus des Grossen (224 — 187 v. Chr.) gegen die genannte Stadt (209 v. Chr.) den Befehl gegeben, diese Anlagen zu zerstören, doch sei es nur möglich gewesen, diesen Befehl theilweise zu erfüllen, weil Antiochus durch Reiterei die Zerstörer habe zurückschrecken lassen.

Polybius führt bei dieser Gelegenheit das Gesetz der Perser über die Benutzung der Aquädukte an (Polybius X. 28. 3). Hiernach wurde bei den Persern demjenigen, der zuerst Wasser in einen zuvor noch unbewässerten Acker leitete, das Grundstück als Erbe für fünf Generationen verliehen.

Die Vertheilung des Landes ist sonach in Iran seit den ältesten Zeiten nach der natürlichen Wasservertheilung erfolgt und hat zu eigenthümlichen Besitzverhältnissen des Grund und Bodens geführt, welche die Hauptursache der unaufhörlichen Streitigkeiten der persischen Grundbesitzer über den Wasserverbrauch sind.

Fragen wir, woher den Persern die Kunst der Irrigation zugetragen worden ist, so muss bei Beantwortung dieser Frage darauf hingewiesen werden, dass skythische Völker, deren Sprache mit derjenigen der Uralo-Finnen und Türken entfernte Verwandtschaft hatte (ein Umstand, der darauf hinweist, dass dieselben aus Centralasien stammen dürften), einen grossen Theil des späteren persischen Reichs seit uralten Zeiten im Besitz hatten. Im Osten Irans blieben die iranischen Stämme dauernd neben der skythischen Bevölkerung sesshaft. Der skythische Ausdruck für Land ist Medien. In diesem Theil des Landes fanden langwierige Kämpfe um die Herrschaft statt. Die zahlreichen Kämpfe der Meder mit den Assyrern hatten die Oberherrschaft Deiokes im Gefolge, dessen Sohn Phraortes Persien unterwarf. Bei dem Versuche, die Macht der Assyrer vollständig zu brechen, verlor er 625 v. Chr. das Leben.

Phraortes Sohn, Kyaxares, gelang es, im Bunde mit Nabopolassar von Babel den Untergang Ninives zu besiegeln. Kyaxares Sohn, Astyages, wurde von dem Perser Cyrus, dem Gründer von Pasargada, vom Throne gestossen und hierdurch die Oberherrschaft der Perser über die Meder begründet. Dem Geschlecht der Achämeniden, welchem Cyrus angehörte, hat Persien zahlreiche Werke, darunter umfangreiche Bewässerungsanlagen, zu danken.

Nach dem Kampfe mit dem Westen wurde infolge der Siege der Griechen ein mächtiger Einfluss der Letzteren auf den Resttheil des einstigen grossen Perserreiches ausgeübt, in den sich die griechisch-macedonischen Feldherren Alexanders theilten.

Die vom Hochlande von Afghanistan herabkommenden Flüsse wurden sämmtlich durch Kanäle und Aquädukte schon in alten Zeiten fast vollständig zu Irrigationszwecken aufgebraucht.

Herodot erwähnt besonders den Akesfluss, dessen Wasser durch Aufstauung gesammelt worden sei. Die gesammelten Wassermengen seien durch fünf Oeffnungen oder Schleusen abgelassen und an die anwohnenden Völker vertheilt worden, wodurch die Perserkönige grosse Einkünfte erzielt hätten.

Auf die Thätigkeit des Cyrus führt derselbe Schriftsteller die Vertheilung des Gyndes, eines Nebenflusses des Tigris, zu Bewässerungszwecken zurück. Das Wasser habe sich hierbei in 60 Kanäle ergossen.



Ueber die hierher gehörenden Anlagen des eigentlichen Persiens (des Persis der Alten, heute Farsistan genannt) ist das Folgende anzuführen.

Nach Herodot war Persis die einzige Satrapie, die dem Könige keinen Tribut zahlte. Dieses Land enthält die berühmtesten persischen Ruinenstädte, darunter Persepolis und Schapur.

Auf dem Wege vom Meere nach Schiras und Persepolis finden sich bei Kazerun zahlreiche Kanäle zur Irrigation. Derartige Anlagen sind ferner in grosser Zahl bei den Ruinen von Schapur vorhanden, der bedeutendsten Stadt aus der Sassaniden-Zeit, in deren Nähe sich die berühmten Skulpturen befinden, auf denen der Triumph Sapors I. über den römischen Kaiser Valerianus (253—260 n. Chr.) dargestellt ist. Die Landschaft um Schapur war wegen der Schönheit der Gärten und des Reichthums an Obst und an anderen Erzeugnissen ungemein berühmt. Im Jahre 634 n. Chr. kam ganz Farsistan durch Omar in die Gewalt der Araber, die die Residenz nach Schiras verlegten, dessen Bewässerungsanlagen mithin einer späteren, hier nicht zu betrachtenden Periode angehören.

In gerader nordöstlicher Richtung und sieben Meilen von Schiras entfernt, liegen die berühmten Ruinen von Persepolis, der durch Alexander den Grossen zerstörten persischen Prachtstadt. Die Ebene von Merdascht, in welcher diese Ruinen liegen, ist nach allen Richtungen hin von Kanälen und Aquädukten durchschnitten, die einst die jetzt zum grossen Theil wieder verödet daliegende Gegend in einen blühenden, dicht bevölkerten Distrikt verwandelt hatten.

Auch die benachbarte Murgab-Ebene, in welcher man die Lage des alten Pasargada vermuthet, zeigt einen grossen Reichthum an Bewässerungsanlagen. Die Kanäle sind in diesen Distrikten vielfach in die Felsen gehauen, so namentlich in der Umgebung der Ruinen von Persepolis, auf welche Anlagen bei Besprechung der städtischen Wasserversorgungswerke zurückzukommen sein wird.

Nach Justis Ansicht hat Cyrus bereits Chorasmien seinem Reiche einverleibt, und lag jedenfalls bereits zwischen Hyrkanien und der Chiwa-Oase kultivirtes Land. Die Chiwa-Oase selbst dürfte frühzeitig durch ein Netz von Kanälen, die vom Oxus abzweigten, durchschnitten worden sein.

Zu den gesegnetsten Gegenden gehörte ferner Susiana, von welcher Landschaft Strabo berichtet, dass die Gerste und der Weizen im Durchschnitt hundert- und zweihundertfältigen Ertrag lieferten. Auch zur Zeit des Khalifats erfreute sich diese Gegend noch eines blühenden Zustandes, während sie gegenwärtig fast vollständig verwüstet daliegt.

Nach allen Richtungen hin war hier das Land von Kanälen durchschnitten, welche das Wasser des Kuran vertheilten. Die Spuren dieser zahlreichen alten Bewässerungskanäle, zu deren Erbauung Quadern benutzt wurden, hat in neuerer Zeit Schindler aufgefunden. Auf dem Wege von der am Karun oder Kuran liegenden Stadt Shuster oder Schuschter nach Muhanura hat der genannte Forscher die Reste eines Bollwerks oder Dammes gefunden,

der aus $5^1/_2$ Fuss langen, 1,66 Fuss breiten und 1,35 Fuss dicken Steinen erbaut ist.

Solche Dämme, Bend genannt, sind in Persien in grosser Zahl, namentlich im Mittelalter erbaut worden. Ein aus dem Alterthum stammendes Bauwerk dieser Art von sehr interessanter Konstruktion befindet sich bei Shuster selbst und diente ausser zu Bewässerungszwecken zur Wasserversorgung dieser Stadt. Letztere Anlage wird im Zusammenhange mit den übrigen städtischen Wasserversorgungsanlagen zu beschreiben sein.

Wie die Umgegend von Shuster, so zeigt die Ebene, welche westlich dieser Stadt am Dizful-Flusse liegt, viele Reste von Kanälen.

Ein weiterer antiker Damm, Bandi Kir (Bitumen-Damm) genannt, befindet sich bei Ahwaz. Sein Name rührt daher, dass die 8—10 Fuss langen Steine desselben durch Erdharz mit einander verbunden sind. Auch dieser Damm diente in erster Linie zur Aufstauung des Wassers, das zur Bewässerung benutzt wurde. Dieses Gebiet war im Mittelalter der Sitz einer ausserordentlich ausgedehnten Kultur des Zuckerrohrs. Auch dort, wo man die Ruinen des alten Susa wiedergefunden zu haben glaubt, findet sich eine grosse Anzahl Kanäle, unter welchen sich ein in den Fels gehauener befinden soll, der aus dem Kerkha das Wasser nach der genannten Stadt leitete.

Persien erfreute sich unter den Achämeniden einer ausserordentlich geregelten Verwaltung. Hiervon zeugt u. a., dass die zum Unterhalt der Beamten und der stehenden Heeresmacht erforderlichen Geldmittel durch eine regelmässige Grundsteuer aufgebracht wurden. Diese Steuer wurde unter Darius durch Vermessung der Kulturflächen jeder Provinz nach Farsangen (= 7 km) und durch Taxirung der Bodenfruchtbarkeit festgesetzt. Die Bergwerke und Wälder, die Benutzung des Flusswassers für Fischfang und zur Bewässerung waren ebenfalls mit Steuerabgaben belegt. Von den Einkünften aus der Abgabe der aufgespeicherten Wassermengen des Akesflusses ist oben bereits die Rede gewesen.

7. Syrien, mit Ausnahme Palästinas.

Die Bewässerungsanlagen in Syrien weisen eine grosse Mannigfaltigkeit auf. Einzelne derselben erfreuen sich eines ausserordentlichen Ruhmes, so besonders die Werke, denen die vielgerühmte Ghûta von Damaskus ihre Existenz verdankt. Die Ghûta gilt als eines der glänzendsten Beispiele der durch Irrigation zu erzielenden Fruchtbarkeit. Nicht weniger bewunderungswerth und merkwürdig sind die Bauwerke, durch welche Tadmor (Palmyra) in der Wüste zu einem auch durch seine Wasserfülle hochberühmten Orte wurde.

Wie in dem letzteren Falle, so dienten verschiedene andere der in Syrien, Palästina und Kleinasien ausgeführten Bewässerungsanlagen gleichzeitig der Wasserversorgung von Städten, sodass eine strenge Scheidung dieser Anlagen nicht immer durchzuführen ist.

Zwei Flüsse, der Bârada und der Awadsch sind bei Damaskus in einem hohen Mafse Bewässerungszwecken dienstbar gemacht. Die Ghûta, und die im Osten von Damaskus liegende Merdsch gehören zu den wenigen Beispielen jener Anlagen, die seit dem Alterthum bis heute in ununterbrochener Benutznng geblieben sind.

Die Geschichte dieser Werke ist in Dunkel gehüllt. Sie reicht zweifellos in ein hohes Alterthum zurück. Bestimmte Fassung nimmt die Geschichte der Gegend von Damaskus erst mit der Einwanderung Abrahams aus Ur-Kasdim, dem Ur der Chaldäer an.

Zn jener Zeit muss bereits lange ein mesopotamisches Reich bestanden haben, und müssen schon die Handelsstrassen von dem Persischen Meerbusen und dem unteren Euphrat durch Babylonien nach Syrien und speciell nach Phönizien henutzt worden sein. Anf diesen Wegen lagen Hierapolis, Damaskus und andere Emporien, deren Gründnng die Sage der Semiramis zuschreiht.

Nach Justinns hat die Stadt ihren Namen von einem assyrischen Könige „Damaskus“ erhalten. Der Gemahlin desselben, Arathis oder Derceto, errichteten die Syrer ein Grabmal nnd verehrten sie als Göttin. Aus den Namen der Städte Mabug (Hierapolis), Damaskus und Tadmor hat man schliessen wollen, dass bei ihrer Gründung nicht nur semitischer, sondern auch indogermanischer Einfluss zur Geltung gekommen sei.

In die Zeiten des Königs Ahâbs von Israel, also in das 8. Jahrhundert v. Chr. glauht Ritter die Entstehung des ausserordentlich kunstvollen und interessanten Irrigationssystems von Damaskus verlegen zu können, ein System, das seine heutige Gestalt durch Erweiterungen in moslemitischen Zeiten erhalten hat. Dem Barâda, der ein Felsthal durchfliesst, werden in der Entfernung von einer halben Tagereise von Damaskus durch eine Quelle (Ain Fidscheh), die aus einem Felsenloche mit grosser Gewalt hervorbricht nnd sich unweit der Ruinen der einstigen Stadt Abila in den Barâda ergiesst, hedeutende Wassermassen zugeführt. Die Reste eines grossen Tempels lassen erkennen, dass die Quelle ein Heiligthum war.

In der Nähe dieser Quelle hat man einen durch den Felsen gehauenen Gang gefunden, der in östlicher Richtnng führt und mannshoch ist. Bald ist derselbe offen, bald tunnelartig. Der Zweck dieser Anlage, die stundenlang ist, hat bisher nicht festgestellt werden können. Nach der Volkssage hat dieser Tnnnel einst das Wasser nach Palmyra, der Wüstenstadt der Zenobia geleitet, woranf später znrückznkommen sein wird.

Die Wasserzuführung von Damaskns ist durch eine Theilung des Barâda bewirkt, und zwar beginnt diese Theilnng bei dem Dorfe Dummar innerhalb des Gebirgsthals nnd oberhalb der Dummarbrücke.

Die Arme zweigen in verschiedener Höhenlage nach einander von dem Hauptstrome, der im tiefsten Punkte des Thales fortströmt, ab, und gleiten stnfenförmig einer über dem anderen am Bergabhange im Felsen dahin. Bis

jetzt ist es nicht möglich gewesen, mit Bestimmtheit zu ermitteln, welche der Arme natürliche, welche künstliche sind. Nur von dem nördlichsten und höchsten dieser Seitenläufe weiss man, dass derselbe durch die Kunst in sein Felsenbett geleitet wurde, da Inschriften dies bezeugen. Dieser Arm ist der jüngste und wurde von dem Khalifen Jesid (gest. 683 n. Chr.) angelegt. Weitere historische Aufschlüsse über dieses in seinen Anfängen jedenfalls aus einer sehr alten Kulturperiode stammende Irrigationssystem fehlen bis heute.

Die Namen und die Anzahl der einzelnen hier in Betracht kommenden Wasserläufe werden sehr verschieden angegeben, doch dürfte es an dieser Stelle kaum erforderlich sein, hierauf näher einzugehen. Man kann annehmen, dass der tiefste Arm wohl der älteste ist, und dass die höher liegenden mit dem wachsenden Bedürfniss nach und nach entstanden sind. Dieses System der Wasserzuführung konnte nach Bedürfniss immer mehr und mehr vergrössert werden.

In ähnlicher Weise, wie die Bewässerung der Ghûta bewirkt wird, geschieht die Irrigation der Gartenanlagen von Aleppo. Die Bewässerung, die hier durch den Kuweik erfolgt, beginnt 3 Stunden nördlich von der Stadt. Die Wasservertheilung in den Gärten erfolgt durch Gräben. Der Hauptkanal geht in seinem Laufe an zwei Quellenteichen (Birket Heilân) vorbei. Nach den Mittheilungen des Reisenden Pococke ist das Wasser in diesen Teichen, die einen Durchmesser von 30 Fuss haben, durch Ummauerung hochgetrieben, wie dies u. a. an dem später genauer zu beschreibenden Ras el Ain bei Tyrus geschehen ist. Das Wasser dieser Teiche fliesst in einem Seitenkanale dem Hauptkanal zu. Der Letztere ist nur 2½ Fuss breit, aber 10—12 Fuss tief und geht an der östlichen Berglehne entlang, etwa 15 Fuss über dem Nivean des Kuweik. In der Nähe der Stadt ist der Unterschied ein weit grösserer, und es war deshalb möglich, selbst den höchstgelegenen Theilen der Stadt in Stollen das Wasser zuzuführen.

Da diese Anlagen mit römischen Wasserleitungen keinerlei Aehnlichkeit haben, so ist es wahrscheinlich, dass auch dieses Werk syrischen Ursprungs ist. Das Volk schreibt nach einer Sage diese sinnreiche Schöpfung der Kaiserin Helena zu. — Bei den fast überschwänglichen Lobpreisungen der Gartenanlagen von Damaskus sowohl wie von Aleppo darf nach den etwas nüchternen Anschauungen europäischer Reisender der Kontrast nicht vergessen werden, den diese fruchtbaren Flecken Erde durch die sie umgebenden Wüsteneien hervorbringen.

Ebenso eigenartig und merkwürdig wie das System der Fidscheh-Quellen mit dem Barâda-Durchbruch sind einzelne der Wasserleitungen in dem nördlichen Theile Syriens, der alten römischen Provinz Syria.

Das Studium dieser grossartigen Anlagen ist zwar in neuerer Zeit wesentlich gefördert worden, immerhin bleibt noch manches an denselben unerklärlich.

Vor allem ist das Räthsel, auf welche Weise der in der Wüste belegenen Stadt Tadmor und ihrer Umgebung das Wasser zugeleitet wurde, bisher nicht gelöst.

Nach dem Glauben der Eingeborenen wurde Palmyra durch den bereits erwähnten Tunnel am Baráda das Wasser zugeführt. Nach den Mittheilungen des Ingenieurs Černik verdankt das innerhalb der Ruinen von Palmyra belegene Dorf Têdmur seine Vegetation einem kleinen Quellbächlein, das sich unter einem antiken, gewölbten Gang verliert. Vielleicht sind hierin Reste der einstigen Wasserleitung zu erblicken.

Von ausserordentlichem Interesse ist es, dass sich von einer der Zuführungsleitungen Palmyras eine Strecke von etwa einer Stunde Wegeslänge vollkommen erhalten hat, sodass man ein genaues Bild ihrer Konstruktion daraus

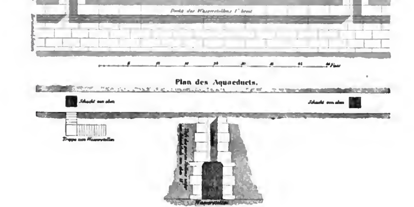


Abb. 27—29.
Längenschnitt, Grundriss und Querschnitt der Wasserleitung von Palmyra.

gewinnt. Sie ist in den Abb. 27—29 nach den Aufmessungen Robert Woods wiedergegeben, dessen Zeichnungen die ausserordentlich sorgfältige Herstellung dieser Wasserleitung erkennen lassen.

Dieses Werk ist vielleicht von syrischen Baumeistern zur Römerzeit erbaut. In Entfernungen von 50 Fuss befinden sich viereckig ausgemauerte, senkrechte Schachte mit Stufen zur Reinhaltung des Leitungskanals.

Konsul Wood hat die Ansicht vertreten, dass die Fidscheh-Quelle eine der Wasserleitungen von Palmyra speiste. Er verfolgte die in der Nähe dieser Quelle beginnende Leitung auf einer Strecke von 9 Stunden Wegeslänge, und nach seinen Angaben hat er nicht weit von Palmyra diesen Aquädukt wieder aufgefunden. Das Volk schreibt jenes Werk einer Bint-es-Sultany d. i. der „Tochter des Sultans“ zu.

Nach Pococke wird der Aquädukt sowohl für eine Schöpfung des Königs Salomo, des sogenannten Erbauers von Tadmor (Palmyra), als auch einer Königin von Palmyra gehalten.

v. Kremer giebt an, dass er in der Tadmorwüste eine Wasserleitung gesehen habe, die nach dem System der Kahriz (der persischen Kerises) angelegt sei.

Da das System der Kerises ein ziemlich altes sein dürfte, so erscheint eine frühzeitige Verpflanzung desselben nach dem Westen durchaus möglich. Ob hier auch event. natürliche bisher nicht genügend beachtete Verhältnisse mitwirkten, muss zwar dahingestellt bleiben, ist jedoch sehr wahrscheinlich. In dieser Beziehung möge die Beachtung auf das Ufergelände des Kurkur Tschai, eines Nebenbaches des Hadjar im Kurdenland gelenkt werden. In einem aussergewöhnlichen Grade treten dort unterirdische Wasseradern auf, die theils parallel mit dem Flusse gehen, theils ihn tief unter seinem Bette kreuzen und die Niederung unsichtbar durchwässern. Die Richtung dieser Adern kann man durch schachtartige Bodenlöcher genau verfolgen. Eine derselben begleitet den Hadjar Tschai mehrere Kilometer weit und zwar in einer Höheulage von 3—4 m an der Thalböschung und ergiesst sich erst nach vielen unterirdischen Windungen unsichtbar in den genannten Bach. Nach Černiks Ansicht kann die geologische Beschaffenheit nicht als die Ursache dieser Erscheinung betrachtet werden, vielmehr sind hierfür andere, bisher unbekannte Argumente geltend zu machen.

Zu den künstlich hergestellten Seen oder Teichen gehörte in Syrien der See Kedes im Orontesthal. An dem Nordufer desselben befindet sich ein Steindamm aus alter Zeit, der der Sage nach von Alexander errichtet sein soll, in Wirklichkeit aber seine Entstehung den Seleuciden zu verdanken haben dürfte. Die Länge des Dammes wird zu 1287 Ellen, die Breite zu 18½ Ellen angegeben. Das Bauwerk war nach Abulfeda mit zwei Thürmen aus schwarzen Steinen geschmückt.

Das Thal des Orontes weist an verschiedenen Stellen hydraulische Anlagen von hohem Interesse auf. Der mittlere Orontesłauf hat zwar nur unbedeutende Zuflüsse und ist deshalb nicht schiffbar, aber seine Wassermassen genügten, um die fruchtbaren Thäler, die seinen Lauf begleiten, zu bewässern. An vielen Stellen befinden sich in den Seitenthälern eine Reihe von flachen Seen und Sümpfen, deren Entstehung vielleicht früheren künstlichen Wasserbauten zugeschrieben werden muss. Die reichbewässerten Orontesthäler wurden für die Zucht der Elephanten und Pferdeheerden der Seleuciden benutzt. Die zahlreichen Spuren von Wege-, Wasser-, Städte- und Tempelbauten können als Beweis einer hier einst vorhandenen, starken Bevölkerung und einer hochentwickelten Kultur angesehen werden, an welcher das römische Reich in späterer Zeit einen hervorragenden Antheil hatte.

Der Nachfolger Alexanders in Syrien, Seleucus Nicator, der Sohn des Antiochus (König von 307—280 v. Chr.), fasste den Plan, den Indus mit dem

Oxus zu verbinden, um dem ihm zugefallenen Lande einen von anderen Faktoren unabhängigen Verbindungsweg mit Indien zu schaffen, ein Projekt, das jedoch unausgeführt blieb.

Wenn auch der hervorstechendste Zug des phönizischen Volkes seine ausserordentliche Begabung für Handel und Schiffahrt war, so hat dasselbe doch auch manche Spuren zurückgelassen, die erkennen lassen, dass es den Werth der Irrigationsanlagen voll würdigte.

Das im Kapitel der städtischen Wasserversorgungsanlagen näher zu besprechende Bewässerungssystem Ras el-Ain bei Tyrus verwandelte einst die Umgebung von Palätyrus in einen ausserordentlich fruchtbaren Landstrich.

Das Gleiche gilt von der sidonischen Landschaft, in der sich die Spuren von Aquädukten und Kanälen finden, und die ihren fruchtbaren, gut angebauten Charakter bis heute bewahrt hat.

Die grosse Bedeutung der Bewässerungsanlagen für Aegypten ist oben bereits dargelegt worden. Die Anwendung der Bewässerungskunst in Afrika beschränkte sich jedoch keineswegs allein auf Aegypten, sondern fast der ganze Nordrand dieses Erdtheils ist mit unzähligen Spuren einstiger Anlagen dieser Art bedeckt. Karthagos Umgebung erhielt durch die Thätigkeit der phönizischen Kolonisten eine ungemeine Fruchtbarkeit.

Auf der Strecke von Labiar bis Bengasi, in dessen Nähe der Ort Hesperides mit den hesperidischen Gärten lag, der unter den Ptolemäern den Namen Berinice erhielt, finden sich Felsenbrunnen bis über 100 Fuss Tiefe, Bassins und Aquädukte.

8. Südarabien.

Die Kenntniss von der Geschichte des antiken Arabiens hat in den letzten Jahrzehnten namentlich durch die Forschungen deutscher Gelehrter eine ausserordentliche Erweiterung erfahren.

Von den Reichen, die hier im Laufe der Jahrtausende gegründet wurden, ist für den vorliegenden Zweck das Reich der Sabäer in Südarabien von besonderer Bedeutung, da mit der Geschichte desselben diejenige eines bedeutenden Ingenieurbauwerks auf das Engste verknüpft ist.

Die erste Gründung des späteren sabäischen Staates wird auf ein vorsemitisches Volk zurückgeführt. Diese nichtsemitische Urbevölkerung, deren Vertreter von der arabischen Sage als Aditen bezeichnet werden, wurde von Nomadenschwärmen der semitischen Rasse, die von Norden kamen, besiegt. Unter den auf den Ruinen der aditischen Kultur entstandenen Königreichen war länger als ein Jahrtausend hindurch das mächtigste dasjenige der Sabäer, deren bedeutendste Herrscherin jene Königin von Saba gewesen sein dürfte, die Salomo aufsuchte. Dieses mächtige sabäische Reich, dessen Hauptstadt Marib oder Mareb (auch Mariaba) war (Abb. 30), scheint kurz vor Christi Geburt einem allmählichen Niedergang verfallen zu sein, der durch den Eintritt der

Zerstörung des berühmten Dammes von Mareb beschleunigt wurde. Dieses letztere Ereigniss wird vielfach als die Hauptveranlassung zahlreicher Auswanderungen der südarabischen Stämme nach dem Norden angesehen. In die letzten Jahrhunderte v. Chr. fällt zugleich das Emporkommen der himjaritischen Macht, die die sabäische (etwa Mitte des ersten Jahrhundert n. Chr.) ablöste. Bis zum fünften Jahrhundert n. Chr. vermochte sich das himjaritische Reich machtvoll zu behaupten, alsdann erlag es dem Anstürmen der Nordaraber.

Die Ueberlieferungen und Berichte der orientalischen Schriftsteller enthielten so viel scheinbar Märchenhaftes und Uebertriebenes, dass man denselben früher keinen Glauben zu schenken wagte. Sie erzählten (Ritter, Erdkunde, Bd. 12, S. 76), dass das Land Saba oder Mareb lange Zeit wegen gewaltiger

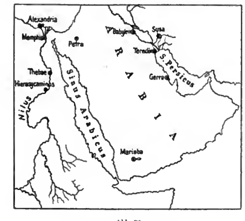


Abb. 30.
Karte von Arabien mit Mariaba.

Bergströme unbewohnbar gewesen, bis Lokman (oder Loqmân ibn Ad ibn al-Kibr), König von Jemen, ein Sohn Ads und Nachkomme Himjars vom Geschlechte Sabas, Kahtans und Nouhs, den Wassern neue Wege öffnete, dass sie zum Meere zogen. Den Ueberfluss aufzubewahren und für das Land nutzbar zu machen, habe er einen hohen Damm (Sedd, Sitte, noch älter Arim) mit Schleusen oder Oeffnungen zwischen zwei Bergen erbaut, um nach Belieben dem Wasser Abzug zu geben und das Land zu bewässern. Seitdem ward Mareb, das Land der Sabäer, zum schönsten Fruchtgarten, ein weites Paradies, voll von Bergen, Strömen, Kanälen, Lust- und Obsthainen, voll schöner Gebäude, bewohnt von zahlreichen, glücklichen, gerechten, gastfreien Völkern, deren Gesetz von allen anderen anerkannt war, die über alle ihre Nachbarvölker herrschten und gleich dem Diadem auf der Stirn des Universums glänzten. Die dreissig Schleusen, welche die Wasser aus dem Damme durch die fruchtbarste Landschaft leite-

ten, wurden aber alt und wankten; viele der Einwohner sahen den Einsturz des Dammes voraus und wanderten, eine Verheerung fürchtend, aus. Dies waren die verschiedenen Familien vom Geschlechte der Sabäer, Joctamiden Himjariten, welche sich aus Süd-Arabien über Nord-Arabien verbreiteten. Nach diesen Emigrationen (als deren Zeitpunkt De Lacy die Zeit von 150—170 n. Chr. Geburt bestimmt) gefiel es nach dem Koran Allah nicht länger, den Damm bestehen zu lassen, er ward unterwühlt, brach ein und die Fluth verwandelte das Land in eine Wüste zur Strafe für die Bewohner des Landes wegen ihres gottvergessenen Uebermuthes und gehäuften Frevels; statt der

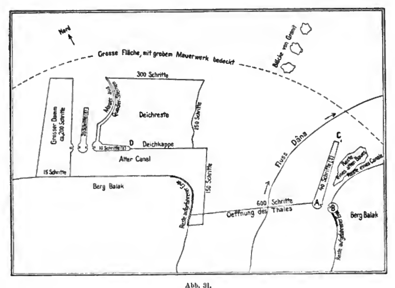


Abb. 31.
Damm von Marib.

zwei paradiesischen Gärten entstanden zwei Gärten mit bitteren Gewächsen. Wie die Dichter sagen, verrann alles Wasser derart, dass nicht so viel übrig blieb, als die Mutter zum Bade des Säuglings gebraucht.

Der sabäische Staat von Mariaba war nicht ausgedehnt, aber ungemein reich. Die genannte Stadt vertheidigte sich im Jahre 25 v. Chr. mit Erfolg gegen Aelius Gallus, den römischen Statthalter von Aegypten, und rettete so die Unabhängigkeit Jemens. Von dem Reichthume der Sabäer berichten auch Diodor und Strabo. Letzterer schreibt: „In ihrem hochbeglückten Lande wächst Myrrhe, Weihrauch und Zimmt, an der Küste auch Balsam. So gross ist der Gewürze Menge, dass man sich anstatt des Strauchreisigs und Brennholzes des Zimmt, des Kassia und der übrigen Gewürzbäume bedient. — Durch

dessen Handel sind sie die reichsten von allen und besitzen unermessliche Vorräthe goldener und silberner Geräthe."

Zu der grossen Fruchtbarkeit des Landes trug die künstliche Bewässerung in erster Linie bei. Dieselbe wurde in der Hauptsache durch die Wassermengen bewirkt, welche der Damm von Marib aufspeicherte.

Die Erforschung des Sitte Mareb ist einzelnen kühnen Reisenden, im Besonderen Arnaud zu danken, der dieselbe unter unsäglichen Schwierigkeiten durchsetzte. Doch können die Angaben dieses Forschers nicht als erschöpfend angesehen werden und lassen den Vermuthungen über die einstige Gesammtgestaltung der Anlagen weiten Spielraum.

Der Damm liegt in der Umgebung von Marib (die Entfernungsangaben schwanken zwischen 1 und 3 Stunden), an einer Stelle, wo sich die beiden sogenannten Balakberge, die letzten östlichen Ausläufer der jemenischen Gebirgskette bis auf eine Entfernung von 600 Schritt einander nähern (s. Abb. 31). Zwischen diesen Bergen fliesst der Dâna-Giessbach. Während derselbe in den Sommermonaten oft wasserlos ist, führt er zur Regenzeit grosse Wassermengen.

Der Damm diente sowohl zur Aufspeicherung des Wassers, als auch zur Abwehr der die Stadt Marib bedrohenden Ueberschwemmungen.

Nach Arnauds Beschreibung sind an dem südöstlichen Berge noch zwei wohl erhaltene, aus Quadern errichtete Baureste vorhanden. Diese Bauten sind in der Form eines abgestumpften Kegels massiv errichtet. Der in unserer Abbildung mit *A* bezeichnete Theil ist noch vollkommen erhalten und besteht durchgängig aus Steinschichten. Der Theil *B* ist bis zu einer Höhe von 3 Fuss über der Basis des Theils *A* aus dem Felsen gehauen, während der obere Theil aus Quadern gemauert ist (Abb. 32).

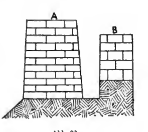


Abb. 32.
Ein Durchlass des Dammes von Marib.

Von dem Kegel *A* geht eine 40 Schritt lange Mauer aus, die auf dem Rücken eines Felsens ruht. Ihre Plattform erreicht fast die Höhe des Theils *A*. Den Durchmesser der Basis der beiden Kegel schätzte Arnaud auf etwa 5 Fuss. Der Kegel *B* ist, wie auch Abb. 32 zeigt, etwas niedriger als *A* und schien Arnaud im oberen Theil beschädigt. Sowohl Kegel *A* wie *B* ist mit einem Dammbalkenfalz versehen, und sind in diesen Falzen Stufen angeordnet. Die Dammfalze dienten zur Aufnahme von Bohlen, wobei zu bemerken ist, dass ihre Entfernung von einander etwa einen grossen Schritt beträgt. Der Zweck der Stufen war, leichter die einzelnen Bohlen zu erreichen, um dieselben entfernen zu können, was allerdings nur immer dann möglich gewesen sein wird, wenn die Ueberlaufshöhe des Wassers nicht mehr bedeutend war. Zwischen der Mauer *A*—*C* und dem Berge befinden sich Reste eines alten Baues. Welchem Beweggrunde derselbe seine

Entstehung verdankt, ist nicht leicht ersichtlich. Dass seine Anordnung zum Zwecke einer Brechung des ausströmenden Wassers gewählt worden sei, erscheint deshalb nicht wahrscheinlich, weil vor den Oeffnungen auf der anderen Dammseite dergleichen Vorkehrungen nicht vorhanden sind. An dieser westlichen Seite sind die Mauerkonstruktionen bedeutend mächtiger. Die Stärke des grossen Dammes beträgt 15 Schritt an der Wurzel, die Länge ca. 200 Schritt. Hier sind zwei Ablassöffnungen vorhanden. Dass dies auf der Ostseite nicht der Fall war, muss angenommen werden, weil hier der Kegel *A* ohne Dammfalze an der Westseite gezeichnet ist. Die Angabe der zudem fraglichen Länge von 40 Schritt lässt es anderseits nicht ausgeschlossen erscheinen, dass dieser Theil ein Mittelpfeiler gewesen ist. Gegen den Mauertheil *A—C* muss sich nach der vorliegenden Zeichnung der 150 Schritt breite Damm angelegt haben. Beide Maſse sind schlecht mit einander zu verbinden. Auch muss es befremden, dass hier der Anschluss nnter Wegfall einer Mauer, wie solche auf der Westseite bei *D* vorhanden ist, erfolgt sein soll. Der Grund, warum der Damm nicht zwischen den beiden Bergen erbaut, sondern um den westlichen Berg herumgeführt wurde, ist nicht ersichtlich.

Sollte der Damm thatsächlich unvermittelt gegen die Mauer *A—C* gestossen sein, so wäre hier eine schwache Stelle vorhanden gewesen, deren allmähliche Durchwaschung nicht überraschen könnte. Dass der Bruch thatsächlich auf dieser Seite stattgefunden hat, zeigt Abb. 31.

Arnaud hebt in seiner Beschreibung ganz besonders die ausserordentlich grosse, geometrische Genauigkeit hervor, mit welcher alle Theile ausgeführt sind und stellt in dieser Hinsicht die Anlage den vollendetsten europäischen Bauwerken gleich.

In der Ebene unterhalb des Dammes hat Arnaud nicht die geringste Spur von Wasserrinnen oder sonstigen Bewässerungsanlagen wahrzunehmen vermocht, obgleich doch diese Ebene nach den Traditionen der Araber einst reich bewässert gewesen sein soll.

Dieses Fehlen der Bewässerungsanlagen kann immerhin darauf zurückgeführt werden, dass die grossen beim Dammbruch herabstürzenden Wassermassen alles hinweggespült haben, was unterhalb des Dammes lag und ihnen in den Weg kam.

Von grossem Interesse ist es, dass die zahlreichen an dem Damm vorhandenen Inschriften berichten, wer der Erbauer dieses segensreichen Werkes war.

Eine dieser Inschriften lautet nach Müller:

„‚Jata'amar Bajjin (der Herrliche), Sohn des Samah'ali Janûf (des Erhabenen), Fürst von Saba, liess den Balaq-(berg) durchstechen (und errichtete) den Schleusenbau Rahab m als Mittel der leichteren Bewässerung.“

Eine zweite, ebenfalls auf der Mauer *AC* befindliche Inschrift lautet:

„‚Samah'ali Janûf (der Erhabene), Sohn des Damar'ali, Fürst von Saba', liess den Balaq(-berg) durchstechen und errichtete den Schleusenbau Rahab m zum Zwecke der leichteren Bewässerung.“

Die beiden Inschriften sind fast identisch, nur dass der Verfasser der letzteren der Vater des Urhebers der ersten Inschrift ist. Die Dammbauten am rechten Ufer sind hiernach von Samah'ali Janûf begonnen und von dessem Sohne Jata'amar Bajjin vollendet worden. Diese Könige gehören nach Müller der ältesten Periode der sabäischen Geschichte an. Im Ganzen hat Müller 33 sabäische Könige nachzuweisen vermocht. Er nimmt an, dass die am rechten Flussufer belegenen Dammbauten die ältesten Bestandtheile bilden und die auf dem linken Ufer liegenden Theile einer späteren Periode angehören.

In nicht sehr weiter Entfernung von Marib befinden sich die Ruinen eines sehr grossen Bauwerkes, das die Einwohner Haram Bilkis nennen. Es ist von elliptischer Form und hat etwa 300 Schritt im Umfang. Vielfach wird die Königin Bilkis für die Erbauerin des Dammes gehalten und mit der Königin von Saba zu den Zeiten des Königs Salomo identificirt. Das Unzutreffende der ersteren Annahme ergiebt sich aus den mitgetheilten Inschriften.

Früher war die Annahme allgemein, dass die Vernachlässigung des grossen Dammes mit dem Verfall des Wunderreiches der Sabäer unmittelbar zusammenhing und gleichsam als die Ursache des Verfalls anzusehen sei. Man glaubte, dass die immer schlechter werdende Beschaffenheit des Bauwerks die Bewohner bewogen habe, das einst so blühende Land zu verlassen und Kolonien und Reiche im mittleren Arabien zu gründen, um dem Schicksal der Ueberfluthung zu entgehen.

Müller dagegen meint, dass die Antwort der arabischen Historiker auf die Frage „Was war die Ursache des Unterganges von Saba und der Blüthe des Himjarenreiches" lautend „der Dammbruch" nicht zutreffend sein könne. Nicht ein plötzliches Ereigniss, sondern ein langsam fortschleichendes Uebel ist nach dessen Ansicht der Grund des Verfalls des sabäischen Reiches gewesen. So lange die Schiffahrt noch nicht ausgebildet war, hatten die Sabäer allein den Karawanenhandel vom südlichen und östlichen Arabien bis nach Aegypten, Syrien und den Euphratländern in Händen, waren die Sabäer die Vermittler des indischen und afrikanischen Handels. Mit der sich vervollkommnenden Schiffahrt wurde die Handelsstrasse langsam aber sicher aus dem Binnenlande abgelenkt und verloren die nördlichen Provinzen des Sabäerreiches immer mehr an Bedeutung. Die sich verschiebende Strasse verlegte allmählich den Schwerpunkt des Reiches nach dem Süden. An die Stelle von Saba trat Zafâr, und damit war der allmähliche Verfall von Marib und seinem Dammbau gegeben.

Ob diese Anschauung zutrifft oder nicht, kann hier nicht untersucht werden, vielleicht, dass ein glücklicher Zufall den Schleier einst vollständig lüftet.

Wie bereits angedeutet, fand eine starke Auswanderung arabischer Stämme aus dem Süden Arabiens statt. Die Frage nach deren Verbleib giebt den Anlass zur Schilderung hochinteressanter Bauobjekte des Haurân-Gebirges und der beiden Trachonen. Auf der Wanderung von Arabien nach diesem merkwürdigen Gebiete, das im Süden von Damaskus liegt, möge zunächst ein Blick auf die antiken Bewässerungsanlagen der Sinai-Halbinsel und Palästinas geworfen werden.

9. Sinai-Halbinsel, Palästina und die Haurân-Gebirgslandschaft mit den beiden Trachonen.

Sinai-Halbinsel. Zu den Zeiten Davids, Salomos und Josaphats, sowie in der Blütheperiode des Nabatäer-Handels war aller Wahrscheinlichkeit nach die Strasse von Aila am rothen Meere nach dem Südende des Todten Meeres eine der verkehrsreichsten Strassen des Orients. An dieser Strasse lag Petra, die Felsenstadt, eine der merkwürdigsten Schöpfungen der Menschheit. Aber nicht nur in den Felsenschluchten Petras (Wady-Musa) finden sich die Spuren einstiger Pracht und Herrlichkeit, sondern auch andere der hier zahlreich vorhandenen Gebirgsthäler legen Zeugniss des menschlichen Fleisses ab und lassen eine einstige starke Bevölkerung, wie nicht minder die grosse Bedeutung dieses Gebirgssitzes des nabatäischen Handelsvolkes erkennen, als dessen Nebensitze Sabra, Eljy, Dihdiba, Sutûh Blida, Aase', Abu Khusheihe zu nennen sind.

Die Nabatäer treten zum ersten Male in den von Antigonus, Alexanders Feldherrn, gegen sie unternommenen, missglückten Kämpfen (gegen 310 v. Chr.) in der Geschichte auf. Während sie bis dahin in ihren Handelsbeziehungen von Phöniziern und Syrern abhängig gewesen waren, erlangten sie in der Folgezeit auch in dieser Hinsicht ihre Selbständigkeit. Die Feindseligkeit der syrischen Herrscher scheint die Veranlassung gewesen zu sein, dass die Nabatäer neue Handelsverbindungen anknüpften.

Das grosse Petra (Petra magna) war ein Stapelplatz mit ausserordentlich lebhaftem Verkehr, welchem die umwohnenden Völkerschaften auf Land- und Seewegen von allen Seiten zuströmten. Von den Königen der Nabatäer sind bisher nur einzelne bekannt, u. a. werden Malco und Obadas genannt. Der Letztere war ein Zeitgenosse des Octavianus Augustus.

Nach Strabo lebten die Bewohner Petras in grossem Wohlstande, sie erfreuten sich vortrefflicher Gesetze, und ihre Stadt war ein grosses, reiches Emporium, aus dem sie Handelskarawanen, zahlreich wie ganze Heere, nach Leukekome (in Arabien) sandten.

Während die Beziehungen der Römer zu den Nabatäern anfänglich freundschaftlich waren, wurde zu Trajans Zeiten der Unabhängigkeit der gegen Rom treulos befundenen Bundesgenossen ein Ende bereitet und Arabia Petraea zu einer römischen Provinz erklärt.

Später wurde diese Gegend ein Niederlassungsort christlicher Mönche. Die Handelsbedeutung des Nordendes des rothen Meeres erhielt sich bis zu jenem Zeitpunkte, in dem die Verlegung der Khalifenresidenzen in das Euphrat- und Tigrisland die Richtung der Handelsstrassen änderte und die Emporien des rothen Meeres veröden liess.

Nach den Forschungen sind die Söhne Edoms der biblischen Geschichte (Edomiten oder Idumäer) mit der von den Griechen und Römern Nabatäer genannten Völkerschaft identisch.

Mit Recht hebt Ritter hervor, dass Petra sich nicht zu der blühenden Nabatäer-Kapitale hätte emporschwingen können, wenn dieser Ort isolirt dagelegen hätte. Die Umgebungen geben denn auch Zeugniss von einst vorhandener hoher Kultur.

Es finden sich zahlreiche Stützmauern zur Erhaltung des Erdreichs für die Terrassenkultur an den Berggehängen, eine Bebauungsart, die besonders Palästina eigen ist. Von Strecke zu Strecke sind Cisternen für die Wasseransammlung angelegt, und Kanäle, durch die Sandstrecken gezogen, führten ehemals das Wasser nach den Karawanenstationen. Zahlreiche Höhen sind mit Fortifikationswerken umzogen, die sowohl zum Schutze des Handelsverkehrs wie der Agrikultur bestimmt waren. Die Nabatäer galten als Meister beider genannten Zweige menschlicher Thätigkeit.

Petra selbst, auf welchen Ort nochmals in dem Kapitel „Städtebau" zurückzukommen sein wird, weist zahlreiche Reste von Aquädukten und Röhrenleitungen auf. Diese zum Theil in den Fels gehauenen Leitungen führen an den Schluchtseiten entlang und gehen bis zu dem tieferen Thalboden hinab.

Der Bach (Sykbach), welcher die Felsenschlucht mit den prachtvollen Ruinen Petras durchströmt, war für die antiken Bewohner der Felsenstadt und der an dem westlichen Ausgangsthale, am Wadi Musa, früher vorhandenen Nabatäerstadt von der grössten Bedeutung. Dieser Wichtigkeit entsprechend scheint auf die Regulirung des Bachlaufes grosse Sorgfalt verwandt worden zu sein. Das Bett war aller Wahrscheinlichkeit nach mit Steinpflaster versehen und stellenweise überwölbt, um namentlich den durch Skulpturen und Prachtwerken so sehr geschmückten Eingang für die aus dem Orient einst herbeiströmenden Karawanenzüge und Reisenden bequemer zugänglich und gleichzeitig feierlicher zu gestalten. Um die Gewalt des Wassers bei den zeitweiligen Anschwellungen zu brechen und den Lauf zu dirigiren, waren Steinmauern an beiden Ufern des Baches errichtet. Auf beiden Seiten des Sykspaltes waren ferner Kanäle in die Felswände eingehauen, um zu allen Zeiten des Jahres durch diese Leitungen die Stadt mit Wasser versehen und eine gänzliche Dürre durch den Verbrauch des Wassers zur Irrigation der Gärten und Felder verhindern zu können.

In dem Thale des Wadi Musa, in welchem die eigentliche Stadt (die Stadt der Lebenden) lag und auf welches das Sykthal rechtwinklig an der Stelle des Pharaonen-Schlosses stösst, finden sich zahlreiche in den Fels gehauene Terrassen mit Kulturstellen, die zu paradiesischen Gartenanlagen und phantastischen Lustorten sehr geeignet waren.

In den Ruinen des Wadi Sabra haben sich gewaltige Mauerdämme erhalten, die quer durch das Thal zu einem Bassin führen, das, am Treffpunkt dreier Thäler belegen, geeignet gewesen sein dürfte, die Wasser der hier sich vereinenden Giessbäche zu sammeln.

Ein Aquädukt führte das Wasser der Quellen von Gana drei französische Meilen weit nach der Stadt el Ameimé, in ein Kulturthal, in dem Ritter die

Station Anara glaubte suchen zu können. Dieses Aquäduktes geschieht hier Erwähnung, weil Laborde bemerkt, dass auf dem in Betracht kommenden Terrain nur ein sorgfältig ausgeführtes Nivellement die Erbauer in den Stand setzen konnte, das Wasser in einem regelrechten Gefälle auf die weiten Entfernungen hin zu leiten. Sollte daher in diesem Werk thatsächlich ein antikes Bauwerk vorliegen, so verdiente dasselbe besondere Beachtung.

Die Ruinen von Ameimé enthalten eine ausserordentlich grosse Anzahl Cisternen, und umfangreiche öffentliche Anlagen dienten zur Tränkung der Heerden und Lastthiere. Nicht weniger zahlreich sind die Kanäle, Reservoirs und Aquädukte.

Eine Stunde südwärts von Ameimé befindet sich ein Sandsteinfels, der den Namen Machert el Abid trägt. Hier ist eine mächtige Cisternenanlage vorhanden. Zwei natürliche Schluchten wurden durch starke Mauern geschlossen, um das Wasser nach einem dritten Ort zu leiten, den man zu einer sehr grossen Felscisterne aushöhlte.

Die Araber erzählen die folgende Sage: Ein König der Schwarzen habe einst dieses Land mit zahllosen Kriegern verheert. Derselbe habe sich an dieser Cisterne laben wollen und sei hierbei in die Tiefe gestürzt. Die Leibwache habe ihn retten wollen, wobei sie jedoch gleichfalls in die Cisterne stürzte, und ihr sei alsdann das ganze Heer gefolgt.

Bei den an der Nordseite des Wadi es Sehá gefundenen tiefen Brunnen, die heute den Namen Bir es Seba (d. h. Löwenbrunnen) führen, rasteten einst vermuthlich die Erzväter Abimelech und Abraham. Diese runden Brunnen sind fest ausgemauert und tragen die Zeichen sehr hohen Alters.

An dem Dara-Bach, der sich in das Todte Meer ergiesst, sind dort, wo er in die Ebene tritt, zahlreiche Spuren von alten Bewässerungsanlagen gefunden worden, die bereits als Schöpfungen des eigentlichen Palästinas zu betrachten sind.

Palästina besass sowohl hinsichtlich seiner natürlichen Beschaffenheit als auch seiner allgemeinen geographischen Lage nach grosse Vorzüge. Während die hohe Kulturfähigkeit des palästinischen Gebirgslandes, die ihren Ausdruck in der volksthümlich gewordenen kanaanitischen Terrassenkultur fand, dem Lande eine grössere Ansiedelungsfähigkeit verlieh, schützte das weite, wüste Syrien Palästina gleich einer natürlichen Schutzmauer gegen das Völkergedränge, das seinen Weg über die Heerstrassen am unteren Orontes mit den Stationen Tadmor, Aleppo und Antiochia nahm.

Der Hauptstrom Palästinas, der Jordan, verlieh mit seinen Nebenbächen einem Theile des Landes grosse Fruchtbarkeit. An verschiedenen Stellen sind die Quellen künstlich ummauert und wird deren Wasser, wie bei der Anlage Ras el Ain bei Tyrus, hierdurch einige Fuss emporgetrieben und alsdann zu Irrigationszwecken benutzt. Erwähnt seien hier noch der Ain el Mudauwarah in der Ebene Gennesar und der Ain el Barideh.

Namentlich die Gegend um Jericho war infolge natürlicher und künstlicher Verhältnisse eine reich bewässerte und demgemäss sehr fruchtbare, die von Josephus als paradiesische Landschaft und als Sitz der Götter gepriesen wurde. In der Ebene von Jericho finden sich die Ueberreste einer Wasserleitung, bestehend aus 11 Spitzbogen. Sie wird aus dem Ain es Sultan gespeist und setzt über den Wadi Kelt. Dieses Werk gilt für den Ueberrest einer Schöpfung des Herodes, die Spitzbogen lassen es jedoch wahrscheinlicher erscheinen, dass es erst in späterer Zeit entstand.

Allerdings wird anch von den Ruinen der antiken Stadt Siph berichtet, dass daselbst ein massiver quadratischer Bau mit Spitzbogen nnd Cisternen vorhanden sei. Byzantinischer Einfluss ist in diesem Falle jedoch wahrscheinlich. Mit der genannten Wasserleitung von Jericho scheinen andere Leitungen in Verbindung gestanden zu haben, und zwar finden sich 5—6 gemauerte Kanäle, die das Wasser vertheilten. Eine dieser alten Wasserleitungen besitzt einen Leitnngskanal von 2 Fuss Breite nnd ½ Fuss Tiefe nnd führt nach einer sehr grossen Cisterne, die in drei Absätzen überwölbt ist und eine Länge von 40 Fnss und eine Tiefe von 30 Fuss besitzt.

Die hervorragendste jüdische Anlage auf dem hier zu besprechenden Gebiete sind die Salomonischen Teiche. Diese Anlage diente in der Hauptsache der Wasserversorgung von Jerusalem, und werden ihre Einzelheiten daher in dem Kapitel der städtischen Wasserversorgungsanlagen zu besprechen sein. Daneben wurden diese Teiche jedoch der Bewässerung der anliegenden Auen dienstbar gemacht, wie durch sie insbesondere die Gärten des Königs Salomo zu Etham mit Wasserströmen versorgt worden sein sollen. In dem Hohenliede werden dieselben als Lnstgärten mit den edelsten Früchten geschildert nnd als verschlossener Garten, den Salomo gepflanzt, bezeichnet.

Es heisst Prediger Salomo 2, 5—6: „Ich machte mir Gärten und Lustgärten, nnd pflanzte allerlei fruchtbare Bäume darin; ich machte mir Teiche, daraus zu wässern den Wald der grünenden Bäume."

Aehnliche, gleichfalls aus den Felsen gehauene Wasserbehälter finden sich in der Nähe des Dorfes Deir Diwân. Ritter bezeichnet dieselben als ans antiker Zeit stammend.

Zahlreich sind die Cisternen über das ganze Land verstreut. Noch heute belegt man sie wie im Alterthum mit grossen Steinen, um sie vor dem Ansschöpfen durch Fremde zu sichern. Ritter erinnert hierbei an die Zeiten Abrahams und Jakobs und an jene Bibelstelle, in der es heisst:

„Und Jakob sah sich um und siehe, da war ein Brunnen auf dem Felde, nnd siehe, drei Heerden Schafe lagen dabei, denn von dem Brunnen pflegten sie die Heerden zu tränken, und lag ein grosser Stein vor dem Loch des Brunnens. Und sie pflegten die Heerden alle daselbst zu versammeln und den Stein von dem Brunnenloch zu wälzen und die Schafe zu tränken, nnd thaten alsdann den Stein wieder vor das Loch an seine Stätte."

In Judäa, d. h. auf der Westseite des Jordans und des Todten Meeres, können ebenfalls die Ueberreste der antiken kanaanitischen Terrassenkultur wahrgenommen werden. Die ägyptische Sakie war hier in Thätigkeit, um wie in ihrem Heimatlande das Land aus Brunnen zu bewässern.

Auch in diesem Theile Palästinas sind Spuren der enormen Bauthätigkeit eines Herodes übrig geblieben, dem u. a. die Bewässerungsanlagen Askalons zugeschrieben werden.

Auf dem Wege von dem Tiberias-See nach Damaskus finden sich zahlreiche grosse Birkets, d. h. Wasserbehälter, wie das Birket er Ram und das Bassin bei Kefr el Kuk.

Derartige Anlagen waren auf den grossen Karawanenstrassen unentbehrlich. Die hier in späterer Zeit entstandene grosse Pilgerroute veranlasste die Entstehung weiterer derartiger Wasserplätze, doch dürften fraglos manche der Birkets schon aus sehr alter Zeit stammen.

Der Verfall der Irrigationsanlagen Palästinas ist nach der allgemeinen Ansicht den Erpressungen zuzuschreiben, welche die Römer hier systematisch ausübten, um die rebellischen Juden auszurotten. Dabei war die Thätigkeit der Römer auf dem Gebiet des Bauwesens in diesem Lande eine sehr ausgedehnte. Noch heute geben zahlreiche Reste der römischen Heerstrasse mit einer grossen Zahl Brücken und die Ruinen einzelner Aquädukte von dieser Thätigkeit Kunde.

Das Vermessungswesen erlangte bei den Juden keine hohe Ausbildung. Zur Ermittelung der Längenausdehnungen dienten Messstangen und Messschnüre. Den Gnomon kannten die Israeliten und sollen denselben durch den König Ahas aus Ninive erhalten haben.

Die Vermessung kam bei Landaufnahmen, Grundstückstheilungen und bei Bauten zur Anwendung. Als Grenzmarken dienten Steine, Hügel und Zäune.

In der Bibel geschieht der Feldmesser nicht Erwähnung, die Vermessungsarbeiten werden daher durch Leviten und Bauhandwerker erfolgt sein. In dem Talmud werden Berufsgeometer genannt.

Haurân-Gebirgslandschaft und die beiden Trachonen. Am Schluss des Abschnitts über das bedeutendste Irrigationswerk Südarabiens war darauf hingewiesen, dass nach den Anschauungen mancher Forscher einzelne der aus Südarabien mit dem Niedergange des Sabäerreiches ausgewanderten Stämme ihre Schritte nach Norden bis in die Haurân-Gebirgslandschaft lenkten. Diese Landschaft liegt im Süden von Damaskus und ist in gleichem Mafse durch ihre geologische Bildung wie durch die hier entstandene Kultur bemerkenswerth.

Auf die ersteren Verhältnisse soll nicht näher eingegangen werden.

Die ganze östliche und südliche Hauranabdachung war ursprünglich mit Steinsaat überdeckt. Diese Steinmengen sind im Laufe der Jahrtausende von der Bevölkerung von der Spitze des Gebirges bis zur Wüste in Haufen oder langen Reihen zusammengetragen. Durch diese Steindämme werden zugleich

die Raine der einzelnen Aecker und die Flurgrenzen der verschiedenen Ortschaften markirt. Der mehr ebene Theil des Haurân nach Bosra hin ist als die eigentliche Kornkammer Syriens zu bezeichnen. Schon als Moses das Land eroberte, fand er eine grosse Zahl ummauerter Städte in Argoh, einer Provinz des Haurân, und es kann daher angenommen werden, dass zur Zeit des einst hier bestehenden Kulturstaats der Ammoniter die Zahl der Städte eine ganz ungeheuer grosse gewesen sein muss. Auf diese Anlagen wird kurz in dem Kapitel „Städtebau" zurückzukommen sein. Bis zur Zeit des Eroberungszuges der Higâzener im Jahre 635 n. Chr. scheint dieses Land sich eines blühenden Zustandes erfreut zu haben, der das Verlangen jener Zeltaraber nach den reichen Weideplätzen und den unerschöpflichen Cisternen hervorlockte. Der heftige Widerstand, welchen die Besitzer den eindringenden Higâzenern leisteten, hatte die Verödung dieser zum Theil paradiesischen Landschaft im Gefolge.

Nach Wetzstein ist die Kultur in Ostsyrien eine künstliche Schöpfung, die einem Garten gleicht, der am Meeresufer geschaffen und gegen den Wellenschlag durch eine starke Mauer geschützt ist. Wird die Mauer vernachlässigt, so bricht das Meer durch und vernichtet den Garten. Nur eine starke und wachsame Regierung vermag das Land gegen das Andrängen der Nomaden zu schützen. Wetzstein ist der Ansicht, dass die entstandenen mächtigen Bauwerke, die aus sorgfältig behauenen, meist mässig grossen und nach allen Regeln der Kunst gefügten Quadern bestehen, erst der Zeit nach Christo ihre Entstehung verdanken. Er sieht hierbei von den zweifellos sehr alten Troglodytendörfern und einzelnen Ortschaften, wie Hibikke ab, deren Alter sehr wohl in die Ammoniterzeit hinaufreichen kann.

Wetzstein glaubt, dass der aus Südarabien ausgewanderte himjaritische Stamm Kudá'a in Haurân ein neues Reich, das Reich der Selihiden gegründet habe. Bosra, die Hauptstadt Hauráns oder Basans, die er mit der in der Bibel genannten Hauptstadt Astarot identificirt, erhob sich hier um das erste Jahrhundert n. Chr. zu einem grossen Marktplatz für die syrische Wüste. Von diesem Platze ging über Salcha und Ezrak die Römerstrasse nach dem persischen Meerbusen, woselbst der Austausch der Waren des Westens gegen die Indiens und Persiens stattfand. In späterer Zeit (etwa 135 n. Chr.) ging die Oberherrschaft von den Selihiden auf die gleichfalls sabäischen Gassaniden über, und unter dieser Herrschaft dürften die meisten der grossen Denkmäler dieser transjordanischen Kultur entstanden sein.

An dieser Stelle sind diejenigen Werke vorzuführen, die in erster Linie der Bewässerung dienten, von denen jedoch viele auch gleichzeitig der Wasserversorgung der Städte nutzbar gemacht waren. Die weiten Wasserbehälter, mit welchen die Ortschaften Hauráns ausnahmslos vor den Thoren versehen sind, erfüllen zum Theil noch heute ihren Zweck und dienen den Nomaden zum Tränken ihrer Heerden. Nur in den höheren Parthien des Landes giebt es Quellen. Die Wasserteiche werden aus den Winterströmen gefüllt, und wird

das Wasser, wie bei den Städten Bosra, Umm el Kutein, Umm el Gemâl u. a. oft weit her durch Kanäle zugeführt.

Von den Wasserbehältern unterscheidet man folgende vier Arten:

1. Den Match, eine natürliche teichartige Niederung mit felsigem Grunde.
2. Die Birke, die aus einem runden oder quadratischen, sorgfältig ausgemauerten künstlichem Teiche besteht.*) Derartige Birkes besitzen namentlich Bosra und Umm el Kutein. Die eine Birke Bosras misst 233 Schritte im Quadrat. Die Quadern der Dammmauern sind mit grosser Kunst im Rustikstyl bearbeitet, und sind diese Dämme 3,3 m stark.
3. Den Mukn, welcher aus einer unterirdischen, aus dem massiven Felsen gehauenen Cisterne mit enger Oeffnung besteht. Ist der Mukn weit, so ruht seine Decke auf Pfeilern. Diese Cisternen waren sehr beliebt, da das Wasser in denselben im Sommer frisch blieb.
4. Den künstlichen Mukn. Die Herstellung geschah in der Weise, dass zunächst eine etwa 15 m tiefe Birke geschaffen und in dieser eine oder mehrere Reihen Bogen über einander errichtet wurden. Der Bau wurde mit steinernen Platten abgedeckt. Diese Konstruktion stimmt, soweit nach der Beschreibung geurtheilt werden kann, mit den später zu beschreibenden, wohl älteren Cisternen von Alexandria überein.

Der erste König aus der Dynastie der Gassaniden war Gefne I. Von diesem Herrscher rührt ein Theil der Cisternen der südhaurânischen Stadt Krêje her.

Dem König Gebele I. schreiben die orientalischen Schriftsteller die Erbauung der Kanâtir zu, eines Riesenwerkes, das heutzutage unter dem Namen des pharaonischen Aquädukts (Kanâtir-Fir'on) bekannt ist.

Die Einzelheiten dieser Anlagen werden in dem Kapitel „Wasserversorgungsanlagen der Städte“ näher zu beschreiben sein.

Als eine besondere Kanalart führt Wetzstein den „Sahrig“ („Brunnenkanal“) an. Diese Konstruktion hat der Beschreibung nach Aehnlichkeit mit den Kerises. In dem hinter einem mit Wasser zu versorgenden Ort liegenden Gebirge wird ein Brunnen bis zu der Tiefe hergestellt, in welcher reichlich Wasser angetroffen wird. Dieses Wasser wird unterirdisch fortgeleitet, bis es in der Nähe des betreffenden Ortes als Bach an die Erdoberfläche kommt

*) Wetzstein erinnert daran, dass die Birkes in der Bibel mehrfach erwähnt werde, so z. B. Hohelied 7, 4, wo es heisst: „Deine Augen sind wie die Birkes zu Hesbôn beim Thore Batrabbim“. Hiermit soll jedenfalls ausgedrückt werden, so schimmernd wie der Wasserspiegel dieser Behälter oder so lieblich anzusehen wie diese.

Auf diese Bibelstelle verweist auch Seetzen, der thatsächlich in der alten Königsresidenz Hesbôn einen ansehnlichen, ausgemauerten Teich gefunden hat.



und zur Bewässerung und andern Zwecken ausgenutzt werden kann. In Entfernungen von etwa 60 Schritt werden Luftlöcher angelegt, die gleichzeitig für die Reinigung dienen. Nach Wetzstein ist das Heimathsland des Sahrig Jemen, wo diese Kanäle in grosser Zahl vorhanden sein sollen.

Ueber den sogenannten Dämonenkanal (Knêjet el Ifrit), der, auf dem Gênât beginnend, durch die Harra nach Odêsije in der Rubbe gehen soll, giebt Wetzstein keine näheren Angaben.

Der Luwâ-Kanal, der dem Distrikt Betenije seine Fruchtbarkeit verlieh und dessen gassanidischen Ursprung Wetzstein für nicht ausgeschlossen erachtet, gehört bereits dem Mittelalter an, sodass auf denselben nicht weiter eingegangen werden kann. Vielleicht fällt auch die Erbauung des Dämonenkanales in den gleichen, hier nicht zu berücksichtigenden Zeitraum.

10. Kleinasien.

Kleinasien gehört zu denjenigen Erdflächen, welche die zahlreichsten Spuren des antiken Ingenieurwesens aufweisen.

Sowohl assyrischen wie persischen, griechischen und römischen Einfluss lassen die Ueberreste der hohen, hier einst vorhanden gewesenen Kultur erkennen.

Zur Zeit, als das assyrische Weltreich auf der Höhe seines Glanzes stand, waren die Südgestade Kleinasiens bis Tarsus, Cilicien, Lykien und Cypern von diesem Reiche abhängig. Auch der Nordrand Kleinasiens ist von assyrischem Einfluss nicht unberührt geblieben.

Die Handelsverbindungen der Dynastie von Ninive erstreckten sich weit nach Kleinasien hinein, durch den Vasallenstaat Armenien bis zum Pontus und zwar über den Halys hinaus bis Sinope. Nach der Befreiung vom Joche der Assyrer blieb das Land bis zum Halys unter der Herrschaft der Meder. Unter Cyrus erstreckte sich die Perserherrschaft über ganz Vorderasien.

Am ganzen kleinasiatischen Gestade entlang lässt sich der Einfluss der Hellenen nachweisen, die hier durch ihre Kolonisation eine hochbedeutsame kulturelle Aufgabe erfüllten.

Griechischer Fleiss verwandelte, wie Schlosser ausführt, alles Land in der Nähe der Landspitzen und Vorgebirge in einen Garten. Die Städte mit ihren griechischen Verfassungen wurden durch Handel und Schiffahrt wohlhabend. Sie wurden die Asyle der Flüchtlinge und Verfolgten und blühten durch griechische Kunst und Wissenschaft auf.

An dem pontinischen Gestade sind zu nennen die Städte Heraklea, Sinope, Amisus, Cerasus, Trapezus, an der Westküste Alexandria-Troas, Pergamum, Smyrna, Ephesus, Samos, Miletus, Halikarnassus, Rhodus, an der Südküste Xanthos, Termessus, Aspendus, Tarsus.

Die Macht dieser Kolonien wuchs über die Grenzen der lokalen Ansiedelung hinaus, und diese Stätten wurden in vielen Fällen der Ausgangspunkt bedeutender Staaten und Staatsverbände.

Wenn neben den ausserordentlich zahlreichen Ueberresten von Strassen, Brücken und Wasserleitungen aus den verschiedensten Perioden die Spuren einstiger Bewässerungsanlagen in den Hintergrund treten, so ist dies auf die natürlichen Verhältnisse zurückzuführen. Während in einzelnen Theilen dieses Landes die Natur für reiche Bewässerung Sorge getragen hat, sind andere Theile so arm an süssem Wasser, dass in diesen an eine künstliche Bewässerung nicht gedacht werden konnte.

In einzelnen Gegenden Lykaoniens muss das Wasser mühselig aus den 150—180 Fuss tiefen Brunnen an die Oberfläche geschafft werden.

Die Umgebungen einer grossen Reihe antiker Städte Kleinasiens erfreuten sich infolge ihrer grossen Fruchtbarkeit eines besonderen Ruhmes. Hierzu gehörte Zela am oberen Irislauf, eine Stadt, deren Entstehung auf assyrischen Einfluss zurückgeführt wurde, wie denn auch Strabo berichtet, dass dieselbe von Semiramis auf einem Erdwall erbaut worden sei.

Das Gebiet der etwas unterhalb Zela am Iris gelegenen Stadt Amasia galt für ein besonders fruchtbares. Abulfeda, der arabische Geograph (1273—1331 n. Chr.), lobt noch die Stadt, die durch ihre Schönheit, ihre Wasserfülle, ihre Wein- und Obstgärten auch in jener Zeit noch hochberühmt war. Damals wurden die Gärten mittelst grosser Schöpfräder bewässert.

Die Umgebung von Anazarba im südlichen Theile von Kleinasien wurde noch im Anfange des 12. Jahrhunderts mit der paradiesischen Umgebung von Damaskus verglichen. Die Ueberreste der römischen Aquädukte, die der Stadt und ihrer Umgebung grosse Wassermassen zuführten, sind noch vorhanden.

Wie im Norden für Zela, so ist hier im Süden für die Städte Adana und Tarsus, welch' letztere Stadt nach Berosus von Sanherib erbaut wurde, assyrischer Einfluss nachweisbar.

In Tarsus dienen noch heute viele antike Kanalbauten zur Bewässerung zahlreicher, wundervoller Gärten, welche die ganze Umgebung dieser am Cydnus gelegenen, einst hochgebildeten und berühmten Stadt zieren.

In dem Thale des Sary-Kawak-Su (d. h. gelbes Ahornwasser), eines Nebenflusses des Kalykadnus, finden sich die Ueberreste älterer Berieselungsanlagen, die Tschichatscheff der Römerzeit glaubt zuschreiben zu können, und denen die Landschaft noch heute ihr saftiges Grün verdankt.

Der in der Gegend der Stadt Almaly liegende Awlan-See weist in seiner Umgebung fruchtbare Ebenen auf, in die viele von dem Awlan-Gjol abgeleitete Bewässerungskanäle ihr Wasser ergiessen.

Besondere Erwähnung verdient der Caralitis-See wegen der an demselben vorhandenen antiken, zum Wasserablauf bestimmten Anlagen.

In seiner Umgebung finden sich verschiedene Reliefs, darunter eins

(die Skulpturen sind allerdings roh), welches vermutlich die Verehrung der befruchtenden Quellen versinnbildlichen soll.

Nicht weit hiervon ist am Fusse eines Abhanges eine grosse viereckige, mit Mauern versehene Oeffnung vorhanden, die an einer Stelle liegt, woselbst der Fels steil an dem See emporsteigt.

Der See wird hier durch einen flachen Felsrücken von einem Bache getrennt, der aller Wahrscheinlichkeit nach unterirdische Verbindungen mit ihm hat. Auf diesem flachen Felsrücken sind genau in der Richtung des Bachdurchbruchs und in bestimmten Abständen von einander viereckige Vertiefungen vorhanden. Es sind dies künstlich angelegte Stollen, die bis zu einem unterirdischen Wasserablaufskanal getrieben sind.

Wem diese Anlage ihre Entstehung zu danken hat, ist bisher nicht bekannt. Dieselbe bietet um so grösseres Interesse, als sie Aehnlichkeit mit den Anlagen am Kopais-See hat, welche mit den griechischen Schöpfungen näher zu beschreiben sein werden.

Dass die ganze Anlage sehr alt ist, glaubt man daraus entnehmen zu können, dass nach Livius' Bericht der römische Konsul Manlius auf seinem Marsche durch die Cibyratis nach Pamphylien an der Südseite des Caralitis-Sees vorübergezogen ist, mithin die Ebenen um den See damals schon wasserfrei und gangbar gewesen sein müssen.

Während an dem Caralitis-See nur die Ablaufvorrichtungen künstlich geschaffen wurden, verdankt der jenseits des Hermos in der Nähe von Sardes, dem Endpunkt der späterhin näher zu beschreibenden persischen Königsstrasse gelegene gygäische See vollständig der Kunst sein Dasein.

In Kleinasien sowohl wie in Syrien wurde die Bewässerung vielfach unter Zuhilfenahme von Cisternen bewirkt, die in die Felsen gebauen sind. Dieselben besitzen eine flaschenartige Form; die Tiefe beträgt bis zu 20 m, die Weite am unteren Theil 12—15, am oberen 2 m. Mit dem herausgeschöpften Wasser wurden die Felder bewässert.

Auf der Insel Cypern, deren Entwicklungsgeschichte eine immer bedeutungsvollere Rolle spielt, hat man antike Wasserbassins entdeckt. Wie in Aegypten fand hier der Sakie (Allakadie genannt) Verwendung für diejenigen Ländereien, die zu hoch lagen, um sie unmittelbar bewässern zu können.

II. Griechenland und seine Kolonien.

Von den europäischen Ländern wurde zuerst Griechenland die hohe Kultur Babyloniens und Aegyptens zugetragen.

Wenn sich auch in Europa die Kultur theilweise selbst entwickelte, so stand sie doch noch auf einer verhältnissmässig sehr niedrigen Stufe, als die höhere Gesittung der asiatischen und afrikanischen Völker über das Mittelmeer drang und den Hellenen zu Theil wurde.

Bei diesem Uebertragungsprocess spielten die Phönizier eine hervorragende Rolle. Sie besiedelten zunächst Cypern, drangen dann bis Kleinasien vor und kamen auf ihren immer weiter sich ausdehnenden Fahrten über Rhodus und durch das griechische Inselmeer bis an das europäische Festland, wo sie sich zunächst auf den vorspringenden Halbinseln Griechenlands festsetzten. Sicilien, Sardinien und Süditalien sind weitere Etappen auf dem Zuge dieses Volkes nach dem Westen. An die Namen Tiryns und Mykenae knüpft hier die Vorgeschichte an; die Burgen und Schatzhäuser sind die zurückgebliebenen Zeugen dieser früheren Kulturperiode. Aber nicht nur Ueberreste der Architektur und der Gewerbekunst sind aus dieser Periode erhalten, sondern auch Beweise der Thätigkeit der Ingenieure sind uns überkommen.

Während die ältesten wasserbautechnischen Anlagen in den bisher betrachteten Ländern in der Hauptsache der Bewässerung dienten und aus der Nothwendigkeit einer rationellen Ausnutzung des nicht immer reichlich zur Verfügung stehenden Wassers entsprungen waren, gab das Uebermass an Wasser den Anstoss zu der Ausführung der im Becken des Kopais-Sees geschaffenen Ingenieurbauten, die aller Wahrscheinlichkeit nach den Minyern ihre Entstehung verdanken.

Die Lage Griechenlands unter einem gemässigteren Himmelsstrich machte Bewässerungsanlagen nicht absolut nothwendig. Diesen auf natürlichen Verhältnissen beruhenden Gegensatz vermochten die Aegypter, wie es scheint, nicht zu begreifen, wie das von Herodot wiedergegebene Urtheil derselben erkennen lässt. Im Hinblick auf die Segnungen der Nilüberschwemmungen und der Bewässerungsanlagen konnten dieselben es nicht fassen, dass sich ein Volk nicht allgemein der Irrigation bediente.

„Die Hellenen“, so lautete jene Aeusserung, „könnten sich einmal in ihren schönsten Hoffnungen betrügen und schmählichen Hunger leiden.“ „Das will sagen“, erläutert Herodot, „wenn Gott ihnen einmal keinen Regen sendet, sondern Dürre eintritt, so werden die Hellenen durch eine Hungersnoth umkommen, denn sie können nirgend anderswoher Wasser bekommen, denn von Zeus.“

Wenn auch das Hauptgewicht bei den in dem Kopais-Seebecken ausgeführten Anlagen auf die Abführung der überschüssigen Wassermassen gelegt werden musste, so wurden doch auch hier die zur Verfügung stehenden Mengen in verständiger Weise gleichzeitig der Irrigation dienstbar gemacht.

Durch die abermalige Trockenlegung des Kopais-Sees in unseren Tagen wurden 25000 ha Bodenfläche dem Anbau wiedergegeben, nachdem dieselben infolge der Zerstörung und des Verfalls der betreffenden Kunstbauten seit Jahrtausenden dieser Verwendung entzogen waren. Die Thätigkeit der französischen Ingenieure reiht sich in diesem Falle unmittelbar an die Leistungen der minyschen und macedonischen Wasserbautechniker an.

Der Kopais-See (Abb. 33) liegt inmitten des böotischen Gebirges, in welches ausserdem der Likeri- und Paralimni-See eingebettet sind. Die Höhenlage

über dem Meere ist etwa 100 m; die den See umsäumenden Gebirge haben eine Höhe von etwa 600 bis über 1000 m und bestehen aus Sandstein und Kalkstein der Kreideformation. In das grösste Becken, den Kopais-See, ergiessen sich neben dem Kephissos und Melas eine Reihe weiterer Flüsse und Wildbäche. Die Regenmenge beträgt durchschnittlich in 95—100 Tagen 900 mm. Gegen Ende Oktober erreichte der See, der nur unterirdische Abflüsse besitzt, den niedrigsten Stand. Die Flächen verwandelten sich alsdann in einen Fieberherd, der noch in einem Umkreis von 25—30 km seinen verderblichen Einfluss ausübte. Im März oder April hatte das Wasser seinen höchsten Stand mit einer Tiefe von 2,5—3 m erreicht.

Das Gebiet des Kopais-Sees spielte in der Sage und Geschichte Griechen-

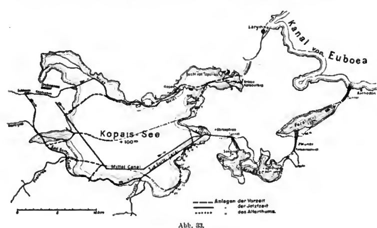


Abb. 33.
Lageplan des Kopais-Sees.

lands eine grosse Rolle. Auf den Untergang der blühenden Städte im Kopaisbecken, in erster Linie auf Orchomenos, dessen Blüthe, wie überhaupt diejenige des Minyerreiches hauptsächlich auf dem Ertrage des fruchtbaren Seebeckens beruht haben mag, bezieht sich aller Wahrscheinlichkeit nach die Sage, wonach diese blühende Stadt den Thebanern erlag, als Herakles durch Verstopfung des unterirdischen Abflusses des Kephissos eine gewaltige Ueberschwemmung verursacht hatte.

An den Gestaden des Sees tobten zahlreiche Schlachten, der Sumpfboden des Seebeckens trug zur Entscheidung in dem Kampfe Sullas gegen Mithridates bei, indem er Rosse und Krieger der Asiaten versinken liess. Ein gleiches Schicksal traf 1400 Jahre später die fränkischen Panzerreiter in dem Kampfe gegen die katalonische Söldnerschaar der „Grossen Kompagnie" (im Jahre 1311), durch welchen die Herrschaft der französischen Herzöge (der Herzöge von

Athen) in Griechenland ihr Ende erreichte. In dieser Zeit (12. und 13. Jahrh.) war der See vermuthlich durch natürliche Vorgänge stark zusammengeschrumpft.

In der geographischen Wissenschaft ist der See mit seinen natürlichen unterirdischen Abzugskanälen bis zum heutigen Tage ein Gegenstand der Forschung geblieben, und für die Archäologie ist er eine werthvolle Fundgrube geworden, haben doch die modernen Arbeiten bereits einen sehr bemerkenswerthen Einblick in die Thätigkeit der vorgeschichtlichen und antiken Ingenieure thun lassen.

Bereits Strabo berichtet, dass durch das Steigen der Gewässer des Kopais-Sees eine Reihe von Städten, darunter Eleusis, Athen, Arne und Midea zerstört worden seien und dass an diesem See das alte Orchomenos gelegen habe. Er giebt den Umfang auf 380 Stadien an und bemerkt, dass man einen Abfluss nirgends entdecken könne ausser dem Schlunde, in welchen der Kephissos fällt und den Sümpfen. Früher sei die Fläche ausgetrocknet und von den benachbarten Orchomeniern völlig angebaut gewesen. Zur Zeit Alexanders des Grossen sei eine Verstopfung der Abflusskanäle eingetreten; der Chalkider Krates, ein Bergwerks-Ingenieur, habe begonnen, diese Kanäle zu reinigen, aber diese Arbeit wieder eingestellt, als die Böotier sich entzweiten, obgleich, wie er in einem Brief an Alexander sagt, bereits viel Land trocken gelegt war. Bei diesen Arbeiten liess Krates Gräben durch den See ziehen. Die südwestlichen Ufer traten zuerst aus der Ueberschwemmung hervor. Während dieser Arbeit tauchten die Ruinen von Städten auf, darunter nach Ansicht der Böotier auch die von Alt-Orchomenos, das dem späteren Orchomenos gegenüber auf dem anderen Seeufer gelegen haben soll. Durch schreckliche Erdbeben, berichtet Strabo weiter, seien oft manche Gänge verstopft, andere geöffnet worden.

Die Eingänge der natürlichen, unterirdischen Abzugskanäle werden Katabothren genannt und haben im allgemeinen die gleiche Form wie die Kanäle selbst. Sie befinden sich an den höchsten Stellen des Ufers und dort, wo die hohen, kahlen Felsrücken am weitesten in den See hinaustreten. Neben diesen natürlichen Abzugskanälen, die bei der Umbildung, welcher sie unterliegen, nicht zu allen Zeiten für die Ableitung der verschieden grossen Wassermengen genügen, finden sich zwei künstliche Emissare Der eine derselben geht vom östlichen Ende des Sees bis Kephalaria, d. h. bis zu dem Ausgange bei Ober-Laryma, fast parallel mit einem natürlichen Gang, der andere liegt unter der Ebene von Akräphion und geht in die Hylika. Der erstere Tunnel (unter dem Höhenrücken von Kephalaria) besitzt eine Länge von über 2 km. Zur Ausführung dieses Tunnels wurden 16 Schachte hergestellt, deren bedeutendster 36 m (nach Noack 63 m) tief ist. Von den einzelnen Schachten wurden nach beiden Seiten Stollen vorgetrieben. Von dem Tunnel sind nur etwa 500 m fertig geworden, und das Werk blieb unvollendet. In einzelnen Schachten hat man über dem eigentlichen Kanal in der Höhe von 2—3 m andere Stollen gefunden, die jedoch nach keinem der benachbarten Schachte durchgeführt sind. Ein Schacht ist

abseits von der Kanallinie angelegt worden. Kambanis, der über diese Anlagen eingehende Berichte erstattet hat, glaubt, dass man den Kanal wohl anfänglich mit zu geringem Gefälle und in einer nicht zweckentsprechenden Richtung angelegt habe und dass nach Erkennung des Irrthums die Arbeiten an den betreffenden Stellen aufgegeben worden seien.

Auch bei anderen antiken Tunnelanlagen, so z. B. bei dem Wasserstollen des Eupalinos in Samos finden sich diese doppelten Stollen. Ueber den Zweck derselben ist man sich nicht einig, und die Annahme, dass ihre Entstehung den unzureichenden Hilfsmitteln für die Festlegung der Tunnelaxe nach Höhe und Richtung zuzuschreiben ist, hat bisher nicht mit Sicherheit widerlegt werden können. Die Schachtöffnungen am Kopais-See haben eine Grösse von 3 : 4 Fuss. In früheren Zeiten nahm man an, dass diese Oeffnungen zur Reinigung der natürlichen Gänge hergestellt seien, eine Ansicht, die jetzt hinfällig geworden ist. Mit richtigem Blicke haben die Erbaner der Leitung die geeignetste Lage für diesen Tunnel erkannt, nämlich dort, wo die Bodengestaltung eine geringere Tiefe der senkrechten Schachte ermöglichte. Der Emissar zur Ableitung des Kopais in die Hylika ist in gleicher Weise ausgeführt worden. Die Zahl der Schachte ist hier acht.

Interessant ist es, den Wechsel in den Ansichten über die Erhauer dieser Tunnel zu verfolgen. Forchhammer führt in seiner Hellenika aus, dass man nach den Berichten über den Reichthum der Orchomenier und nach den gelieferten Beweisen der Baufertigkeit der Minyer, die sich in dem Schatzhaus des Minyas und in dem Aushauen von Felsgängen und Höhlen offenbare, nicht zweifeln könne, dass diese Emissare jener vorhistorischen, mythischen, chronologisch durchaus unbestimmbaren Zeit angehören und dass man die Berichte von Strabo über die Reinigung der Katabothren durch Krates, den Berg hauptmann Alexanders, nur auf diese künstlichen Gänge beziehen könne.

Vollständig entgegengesetzter Ansicht ist Curtius. Derselbe glaubt, dass dieser Tunnel kein Werk des frühesten Alterthums sein könne, da es diesem fern gelegen habe, vollständig neue Vorkehrungen dort zu veranstalten, wo die Natur bereits sich dem Menschen hilfreich erwiesen habe. Curtius meint daher die Entstehung der Emissare in die macedonische Zeit verlegen zu müssen, in welcher man sich immer mehr von der Natur entfernte und eigenwillig mit mechanischen Mitteln in die Bodenverhältnisse eingegriffen hat. Da es (so Curtius) nach den Berichten Strabos zweifellos ist, dass Alexander der Grosse die böotischen Kulturarbeiten von neuem aufgenommen hat, so dürfte es auch sicher sein, dass die Stollen mit den 16 Schachten ein Werk des berühmten Ingenieurs Krates sind.

Vom Standpunkte des Ingenieurs aus wäre es gewiss von grossem Interesse, wenn der Schöpfer des oder der Emissare unter den minyschen Ingenieuren zu suchen wäre. Noack weist in seiner Abhandlung auf die grosse Uebereinstimmung in der technischen Ausführung dieser Emissare mit anderen

griechischen Wasserwerksbauten aus der Tyrannenzeit (Samos) hin, und betont, dass die Herstellung eines solchen Tnnnels ein so hochentwickeltes Können und eine so weitgehende Beherrschung mechanischer Mittel voraussetze, wie sie für die heroische Zeit, trotz mancher gelieferten Beweise ihrer Leistungsfähigkeit, nicht wohl angenommen werden können. Wenn sonach auch die Emissare nicht das Werk vorhistorischer Ingenieure sein dürften, so ist es dagegen ausser allem Zweifel, dass in dem Becken des Kopais-Sees von den minyschen Ingenieuren bereits eine umfangreiche und erspriessliche Thätigkeit entfaltet wurde.

Wie heute war es auch in der Vorzeit nur möglich, den Seeboden durch die Herstellung gewaltiger künstlicher Anlagen zum Anbau tauglich zu machen. Bereits frühere Reisende, so Ulrichs, berichteten über alte Dammwege; heute ist ein grosses einheitliches System von Deichbauten, d. h. von Kanälen und Dämmen, blossgelegt. Die Einfachheit der Anlage ist als ein sicheres Zeichen ihres hohen Alters anzusehen. Die Entstehung dieser Werke muss jener Zeit zugeschrieben werden, in welcher Tausende von Sklavenhänden auf das Gebot allmächtiger Herrscher die gewaltigen kyklopischen Mauern aufthürmten.

Curtius verlegt die Schaffung dieser Deichbauten in die Zeit der Blüthe des minyschen Orchomenos, eine Zeit, von welcher in den homerischen Gesängen ein Nachklang erhalten ist.

Die Minyer, die Schöpfer von Tiryns und Mykenae, waren ein Seevolk, daher man sich früher nicht an den Gedanken gewöhnen wollte, dass ihr glänzendster Wohnsitz eine im Binnenlande belegene Stadt, Orchomenos, gewesen sein könne. Die in der neueren Zeit aufgefundenen Spuren lassen diese Anschauungen jedoch als durchaus berechtigt und zutreffend erscheinen. Von der Küste kommend, erkannten die Minyer mit richtigem Blick, dass das Becken des Kopais-Sees bei richtiger Bewirthschaftung zu einem fruchtbaren Gelände umgewandelt werden konnte, doch bedingte solches die Ausführung umfangreicher Arbeiten.

Wie Philippson richtig ausführt, dürfte der Umstand, dass die Umwohner alljährlich eine weite, fruchtbare Ebene vor ihren Augen erscheinen sahen, die sich jedesmal wieder nach kurzer Zeit mit Wasser bedeckte, in ihnen den Gedanken an eine künstliche Ableitung der Zuflüsse durch Eindämmung und Abführung der so zusammengehaltenen Wassermassen hervorgerufen haben, ein Gedanke, der bei einem See mit beständigem Wasserspiegel wohl schwerlich gefasst worden wäre.

Das Werk der Minyer war ein dreifaches. Das Becken wird von dem Melas, Kephissos, der Herkyna und dem Phalaros durchflossen, es waren daher zunächst die Wassermassen des Kephissos und des Melas, die bei ihrer Lage nicht auseinandergehalten werden konnten, durch die Senkung am Nordrande des Seebeckens hindurchzuführen. Die Franzosen haben diese Ableitung mit dem Namen „Canal de la rive gauche“ bezeichnet. Durch dieselbe mussten die grössten Wassermassen zur Abführung kommen, da der Kephissos, nament-

lich wenn die Schneemassen des Parnassos schmelzen, grosse Wassermengen führt und so als wesentlichste Ursache der Seebildung zu betrachten ist.

Diese beiden Gewässer wurden durch fächerförmig sich ausbreitende Deiche aufgefangen und in dem kanalisirten Bette am Nordrande entlang geführt. Auf der linken Seite bildete die natürliche Böschung die Begrenzung, auf der rechten Seite war ein starker Deich hergestellt. Dieser Kanal geht bei der Insel Stroviki vorbei und endete vor der geräumigsten aller Abzugshöhlen im östlichen Winkel der Bucht von Topolias. Die ursprüngliche Tiefe des Kanals lässt sich nur nach der unteren Breite der Deiche schätzen, die zwischen 40—50 m beträgt.

Die zweite Leitung (Canal central) diente zur Aufnahme der Herkyna und der unterirdischen Quellen, die sich in der Südwestecke des Seebeckens befinden. Dieser Kanal geht dnrch die Mitte des Sees. Er ist verschüttet, die Dämme sind jedoch stellenweise sichtbar geblieben. Philippson ist der Meinung, dass der Mittelkanal, welcher bisher noch nicht in seiner ganzen, auf der beigefügten Karte angegebenen Längenausdehnung hat nachgewiesen werden können, nicht als Ableitungskanal zweckdienlich gewesen wäre. Um einen wirklich reichlichen Ertrag zu erzielen, war eine Berieselung unentbehrlich, und es liegt nahe, anzunehmen, dass der Mittelkanal zur Bewässerung des Seebodens gedient hat, da die Minyer jedenfalls die asiatisch-ägyptischen Wasserbauten, bei denen Ent- und Bewässerung stets Hand in Hand gingen, zum Vorbild genommen haben.

Die dritte Leitung (Canal de la rive droite) nimmt ihren Anfang bei Marmura, etwa 2 km vom Sumpfrande entfernt. Dieselbe hatte den Zweck, die kleineren, auf dem südlichen Ufer befindlichen Zuflüsse aufzunehmen. Dieser Kanal zieht sich um die Abhänge des Sphinxberges herum und fliesst nach seiner Vereinigung mit dem mittleren Kanal der Bucht von Topolias zu. An der Vereinigungsstelle der drei Kanäle sind, wie die von den französischen Technikern gefundenen Spuren ergeben, die Arbeiten in ganz kolossalen Abmessungen hergestellt, was darauf zurückgeführt werden muss, dass in jenen frühen Zeiten über die Grösse der auftretenden Kräfte selbstverständlich noch keine zutreffenden Anschauungen bestanden.

Die mächtigen Deiche an dieser Stelle sind nach aussen mit flacher Böschung versehen; nach innen, wo sie dem Angriffe der Wassermassen ausgesetzt waren, besitzen dieselben eine Bedeckung von Polygon-Mauerwerk, dessen zum Theil wohlerhaltene Stücke unverkennbar den bei den Bauten von Tiryns und Mykenae benutzten Werksteinen gleichen.

Der künstliche Abfluss der in der Hauptsache nach einem Punkte geleiteten Wassermassen konnte in zweifacher Weise bewerkstelligt werden, entweder durch Schaffung unterirdisch geführter Abzugskanäle in ähnlicher Weise, wie dies viele Jahrhunderte später von den Römern bei dem Versuche zur Trockenlegung des Fuciner Sees zur Ausführung gekommen ist, oder

durch Herstellung eines Einschnittes in den umschliessenden Bergrücken. Die vorgeschichtlichen Ingenieure fanden nun bereits von der Natur geschaffene Ableitungen vor; sie wählten die sogenannten Katabothren mit den anschliessenden Gängen, die sie weiter ausgestalteten. Durch Erweiterung der Höhleneingänge suchten sie den Abfluss des Wassers zn erleichtern. Am Rande der Bai von Topolias befinden sich neun Abzugshöhlen, im äussersten Ostwinkel liegt die „grosse Katabothra". Durch dieselbe fliesst ein Theil der Wassermassen in gerader Richtung nach der Meeresbucht von Skroponéri. Nördlich von der grossen Katabothra liegen die Zwillingsgrotten der Benia. Der unterirdische Abfluss derselben tritt bei Anchoe zu Tage, woselbst der parnassische Fluss als Kephissos hervorkommt und nach Larymna strömt.

Auf den Isthmen von Larymna und Karditsa finden sich übrigens auch Reste von künstlichen Durchstechungs-Versuchen, die jedoch nicht der minyschen, sondern einer späteren Zeit angehören dürften. Durch diese Anlagen sollte aller Wahrscheinlichkeit nach eine Ableitung des Kopais-Sees nach dem Likerisee bewirkt werden; durch Ansteigen des letzteren sollte alsdann vermuthlich ein Ueberlaufen zum Paralimnisee und von diesem in das Meer herbeigeführt werden. Da somit die Ableitung des Wassers in zweifacher Weise versucht wurde und nicht anzunehmen ist, dass man zu gleicher Zeit zwei Wege zur Abhilfe eingeschlagen hat, so gelangt Philippson zu dem Schluss, dass die Arbeiten zu verschiedenen Zeiten in Angriff genommen seien, eine Vermuthung, die nicht unwahrscheinlich ist. Es erscheint ihm nicht ausgeschlossen, dass römischen Kaisern, von welchen einzelne, wie Nero und Hadrian, eine besondere Vorliebe für Griechenland an den Tag gelegt haben, die obigen Versuche des grossen Unternehmens einer Trockenlegung des Kopais-Sees zu danken seien.

Die in uralter Zeit durch die für die Kanäle ausgehobene Erde geschaffenen Dämme und Deiche, die während der Ausführung der Arbeiten als Transportbahnen dienten, bildeten nach ihrer Vollendung ein Netz bequemer Verkehrswege von einer Uferstation zur anderen. Auf den breiten Deichrücken haben die französischen Ingenieure mancherlei Spuren alter Anlagen gefunden.

Philippson glaubt, dass die Ausführung der Deiche in den Zeiten geschah, in welchen der See zum grösseren Theile trocken lag und die Wassermassen in den verschiedenen, den See durchziehenden, natürlichen Flussläufen zur Abführung kamen. Diesen Flussläufen seien die Minyer bei Anlegung ihrer Deiche in einfachster Weise gefolgt.

Die eingehenden Untersuchungen Noacks haben ein interessantes Ergebniss hinsichtlich der Sicherung der alten Entwässerungsanlagen gegen feindliche Angriffe zu Tage gefördert. Hiernach war zum Schutze der See-Ebene, von deren Erhaltung der Wohlstand ihrer Bewohner in erster Linie abhing, eine Reihe starker Burgen angelegt, die im Bogen den Nordrand des Kopais-Sees umgaben. Den stärksten Punkt dieser Befestigung bildete im Süden die

Riesenhurg von Gla. Ebenso wie man den Zusammenfluss des Wassers und den Ahfluss desselben nach den Katabothren sorgfältig schützte, legte man auch für den Austritt des Wassers aus den unterirdischen Kanälen am Meere Vertheidigungswerke an.

Am Meeresufer liegen die Ruinen des alten Larymna. Unter diesen Resten hat man Quaimauern und Molen entdeckt, die ans dem 5. oder 4. Jahrhundert v. Chr. stammen. Als Zeuge einer viel früheren Periode findet sich hier eine 97 m lange und 4,5 m starke Maner ältester Bauart, die den kleinen Hafen umschloss. Diese Ruinen hält man für Ueberreste aus der Zeit der Minyer, deren Bestrehungen im besonderen Mafse auf eine Sicherung der Verhindung mit dem Meere gerichtet sein mussten.

Ueher weitere Anlagen der Irrigation ist für Griechenland wenig zu herichten. Die Damm- und Deich-Erbaner waren nach Curtius eingewanderte Phönizier, die mit dem Namen Gephyraioi bezeichnet wurden.

In der Umgegend von Athen wurde das Wasser des Kephissos zu Bewässerungszwecken benutzt, ausserdem der Inhalt der Kloakenleitung dem Ackerbau dienlich gemacht, woranf in einem späteren Kapitel zurückzukommen sein wird.

Kanalanlagen kamen in dem antiken Griechenland nicht zur Vollendung. Das Bedürfniss nach einer solchen Schöpfung machte sich in diesem Lande, in welchem das Meer der Hauptverkehrsvermittler war, nur an einer Stelle und zwar an jener schmalen Landenge, die den Zusammenhang zwischen Mittelgriechenland und dem Peloponnes herstellt, besonders fühlbar. Dieses Hinderniss eines ungestörten Schiffsverkehrs wurde um so mehr empfunden, als die antike Schiffahrt die Kaps Malea und Taenaron wegen der daselhst herrschenden Stürme nnd vorhandenen Klippen sehr fürchtete, sodass sogar eine Umladung der Waaren am Isthmus der gefahrvollen Umschiffung des Peloponnes vorgezogen wurde. Auf diese Gefahren weist das von Straho angeführte Sprichwort „Vergiss der Heimat, wenn du Malea umschiffst“ hin.

In Korinth, der hedeutenden Hafen- nnd Handelsstadt, tauchte der Gedanke einer Durchstechung der Landenge zuerst auf und zwar in der durch das Eintreten der westlichen Mittelmeerländer in den Kreis der griechischen Civilisation hervorgerufenen Blütheperiode des Handels. Der Tyrann Periander fasste zuerst (um das Jahr 600 v. Chr.) den Gedanken der Isthmusdurchstechung. Greifbare Gestalt nahm dieses Projekt jedoch nicht an. Als Aushilfsmittel kam ein Diolkos zur Ausführung. Auf diesem üher die vier Seemeilen hreite, gewellte Landenge hergestellten Diolkos (d. h. Schleifbahn) wurden kleinere Fahrzeuge von einer Küste zur anderen hefördert. Diese Anlage war zwar ein unvollkommenes Hilfsmittel, sie blieb jedoch immerhin his in die Mitte des 12. Jahrhunderts n. Chr. in Benutzung. Die Spuren dieses Transportweges sind heute noch zu erkennen und befinden sich nördlich von der berühmten Mauer, durch welche einst die antike Kriegshaukunst den ganzen Isthmos abgeschlossen hatte.

Drei Jahrhunderte nach Periander nahm Demetrios Poliorketes das Projekt eines Schiffahrtskanales wieder auf. Durch das Gutachten der Ingenieure, wonach der Golf von Korinth höher stehen sollte als der von Aegina, liess er sich von dem Gedanken wieder abbringen; sollten doch verheerende Ueberschwemmungen die Folge dieser Durchstechung sein.

Abermals 300 Jahre später liess Nero den Kanalbau energisch in Angriff nehmen. Sklaven, darunter 6000 von Titus nach dem mörderischen Kampfe auf dem Galiläischen Meer zu Sklaven gemachte Juden, Soldaten, Verbrecher und Kriegsgefangene in grosser Zahl begannen das Werk. Auf dem Scheiderücken wurden in regelmässigem Abstande Brunnen abgesenkt. An beiden Enden ist der Kanal auf einer Länge von zusammen 3500 m begonnen und die Erde hier in Halden aufgeschüttet worden. Den weitesten Fortschritt zeigt das Nordwestende des Kanals, an welchem derselbe fast bis auf die Höhe vom Meeresniveau niedergebracht ist. Die Empörung des Vindex in Gallien und der Ausbruch der Revolution in Hispanien, sowie der Tod Neros verhinderten die Vollendung des Werkes. In späterer Zeit griff Herodes Atticus das Projekt nochmals auf, die Ausführung blieb jedoch unseren Tagen vorbehalten.

Der Einbruch der Perser in Griechenland unter Darius war die Veranlassung zur Grabung eines Kanals an dem Berge Athos. Die Fahrt um diese Halbinsel war wegen der Heftigkeit der daselbst herrschenden Winde eine gefährliche und unsichere. Bei der Fahrt der unter dem Oberbefehl von Mardonius stehenden persischen Flotte um den Berg Athos wurde die Mehrzahl der Schiffe durch einen heftigen Wind an das Land geworfen und stark beschädigt. Als daher später Xerxes seinen Zug nach Griechenland unternahm, liess er einen Kanal (gegen 480 v. Chr.) an der Wurzel der chalcidischen Halbinsel, deren Ausläufer der Berg Athos ist, graben, dessen Spuren noch heute erkennbar sind. Herodot berichtet hierüber im 7. Buche das Folgende:

„Und weil bei der ersten Umfahrt um den Athos die Flotte so sehr gelitten, liess Xerxes seit wohl drei Jahren Vorbereitungen treffen in Bezug auf den Athos; von den Triremen nämlich, welche bei Eläus im Chersones lagen, kam mancherlei Kriegsvolk herangezogen, welches unter Peitschenhieben graben musste und bei dieser Arbeit mit einander abwechselte, sogar die um den Athos Herumwohnenden hatten mitzugraben, und Bubares, des Megabazus Sohn und Artachäes, des Artäus Sohn, beides Perser, führten die Aufsicht über das Werk.

Es gruben aber die Barbaren, nachdem sie den Platz nach den einzelnen Völkern abgetheilt und bei der Stadt Sane eine schnurgerade Linie gezogen hatten, auf folgende Weise: weil nämlich der Graben tief wurde, standen die Einen, welche gruben, tief unten, und Andere reichten den jedesmal ausgegrabenen Schutt Anderen, welche über ihnen auf Leitern standen, und diese wieder Anderen, bis sie zu den ganz oben Stehenden kamen, welche die Erde heraustrugen und wegwarfen. Es hatten aber, mit Ausnahme der Phönizier,

alle Anderen eine doppelte Arbeit, weil die abschüssigen Ränder des Grabens einfielen; da nämlich der obere wie der untere Theil des Grabens gleich weit angelegt ward, so musste es wohl so kommen. Die Phönizier aber zeigten auch hier, wie bei anderen Arbeiten, ein besonderes Geschick. Denn sowie sie den Antheil, soviel ihnen zufiel, bekamen, gruben sie in der Weise, dass sie den oberen Theil des Grabens noch einmal so breit machten, als der Graben überhaupt werden sollte, und dann machten sie, als die Arbeit fortschritt, denselben immer enger, und so kamen sie dann bis ganz nach unten, wo ihre Arbeit mit den Uebrigen völlig gleich war."

Herodot berichtet dann weiter: „Wie ich nun bei näherer Erwägung finde, so liess Xerxes bloss aus Stolz diesen Graben anlegen, weil er seine Macht zeigen und ein Denkmal von sich hinterlassen wollte. Denn während er ohne alle Mühe die Schiffe über die Landzunge bringen lassen konnte, liess er für das Meer einen Graben anlegen, von einer Breite, dass zwei Dreiruder zugleich mit ihrem Ruderwerk hindurchschiffen konnten. Denselben Arbeitern, welche den Graben anzulegen hatten, war weiter anbefohlen worden, auch über den Fluss Strymon eine Brücke zu schlagen."

Was die von Herodot erwähnte Vorrichtung anbetrifft, mittelst welcher die Schiffe über das Land hätten gezogen werden können, so sind hierunter die Rollbrücken zu verstehen, die seit frühen Zeiten (namentlich in China) in Anwendung waren und von welchen sich eine, wie erwähnt, auf der Landenge von Korinth befand. In späterer Zeit hat Trajan mittelst Zugmaschinen eine Anzahl Schiffe aus dem Euphrat nach dem Tigris schaffen lassen, wie sich denn auch nach Polybius Hannibal einer derartigen Brücke bedient haben soll, als die Römer den Hafen von Tarent blockirt hatten.

Von den in den Kolonien zur Ausführung gekommenen, hierher gehörenden Wasserbauten ist eine Anlage auf Sicilien, in der Nähe von Syracus und Megara von Interesse. In der Mulde des Flusses S. Gusmano finden sich die Ueberreste eines 2—3 m starken Mauerwalls, der durch die ganze Tiefe des Thales gezogen ist. Der Damm ist nach römischer Weise aus Backsteinen fundirt, besteht jedoch in seinem oberen Theile aus alten griechischen Quadern. Auf der nördlichen Seite und in der Mitte sind zwei Thüren angeordnet, an der südlichen Seite ist in das Felsenufer eine kunstvolle Schleuse eingearbeitet. Die Bestimmung dieser Anlage, die Aufstauung des Wassers, ist klar ersichtlich, fraglich ist es jedoch, zu welchem Zwecke diese Aufspeicherung stattfand, ob in diesem Becken Fische gezüchtet wurden, oder dasselbe zu einem anderen Luxus- oder Vergnügungszwecke bestimmt war. Schubring nimmt an, dass dieses Werk später in Verfall gerathen war und durch die Römer abermals zur Ausführung kam.

Ob die Anlagen der Kamarinaea in Sicilien (die Bewässerung geschah mittels vom Hyrminos abzweigender Kanäle) durch die Griechen oder gar durch die Phönizier, die hier eine Kolonie gegründet hatten, erfolgte, muss dahingestellt bleiben.

Das vielgenannte Selinunt auf Sicilien war der Schauplatz einer eigenartigen Leistung der Ingenieurtechnik. Ob an dieser Stelle, wie an so vielen anderen, ebenfalls die Phönizier bereits die Vorgänger der Griechen waren, ist unentschieden.

Die Gegend, welche einst diese Stätte der Macht und des Glanzes einnahm, bildet heute ein versumpftes Terrain am Meere, an welchem der Flug- und Meersand hoch aufgeschichtet ist.

Hierher führte in der 38. Olympiade Pammilos eine Kolonie aus Megara Hyblaea. Drei Terrassen, die durch kleine Einsenkungen von einander geschieden sind, wurden für die megarische Niederlassung als Platz ausgesucht und die dem Meere zugekehrte zur Akropolisterrasse bestimmt.

Zwei Flüsse, der Selinus und die Gonusa, umspülten die Stadt, und an beiden finden sich mauerartige Anlagen. Die an der Gonusa vorhandene Mauer hat nach Schubrings Ansicht nicht zu Befestigungszwecken gedient, sondern eine wichtige andere Funktion erfüllt. Während der Selinus nach Schubrings Meinung im Alterthum infolge des grösseren Waldreichthums genügend wasserführend war und nicht wie jetzt einen Herd der Malaria bildete, hatte die Gonusa auch schon in früheren Zeiten einen sumpfartigen Charakter. Von Empedokles, dem aus Agrigent stammenden und um das Jahr 450 v. Chr. lebenden hochangesehenen Philosophen, wird nun berichtet, dass er die Stadt Selinunt von den Fieberlüften befreit habe. Es heisst in dieser Beziehung: „er verbesserte und reinigte das stinkende, faulende Wasser“. Wahrscheinlich hatten bereits die in der Wasserbaukunst sehr erfahrenen megarischen Männer allerlei Abhilfe gegen die Uebelstände, die aus dem übergrossen Wasserreichthum entsprangen, getroffen, die vielleicht durch die Tradition mit dem Namen des grossen Agrigentiners verknüpft worden sind. In Wirklichkeit dürfte derselbe diese Einrichtungen wohl nur weiter ausgebildet haben. Empedokles sammelte alle Bäche und leitete dieselben von den Höhen ins Flussbett hinab.

Nach Schubrings Ansicht wurde zur Herstellung einer besseren Vorfluth von dem Meere aus eine weit in das Land hineinreichende Bucht hergestellt und durch zwei Mauern eingefasst, die sowohl zur Befestigung als dazu dienten, dem Vordringen der Brandung und des Sandes ein Ziel zu setzen.

Eines der hervorragendsten Beispiele griechischer Irrigationskunst sind die Bewässerungsanlagen der Umgebung der berühmtesten Stadt der Pentapolis (Berenice, Arsinoë, Ptolemais, Apollonia, Cyrene), Cyrene, an deren Namen sich ein ausserordentlicher Glanz heftet.

Die bis 1200 Fuss über dem Meere liegende Hochfläche, auf welcher die im Jahre 631 v. Chr. durch Griechen gegründete Stadt lag, war während der Blüthezeit Cyrenes ein reichbewässerter viel gepriesener Lustgarten.

Ueber das Vermessungswesen der Hellenen liegen umfangreichere Mittheilungen nicht vor. Hinsichtlich der Flächenberechnung waren die Hellenen nicht vorgeschritten. So glaubte Thukydides z. B., dass es möglich sein müsse,

den Flächeninhalt einer Insel aus der Zeit bestimmen zu können, die ein Schiff zum Umfahren derselben gebraucht. Die Anweisungen zur Flächenberechnung des Heron von Alexandrien beruhen auf ägyptischen Vorbildern.

Von Thales von Milet wird berichtet, dass er für den Hafen seiner Vaterstadt einen einfachen Distancemesser konstruirt habe.

Auf anderen Gebieten der Ingenieurtechnik war es jedoch den Griechen beschieden, ausserordentliche Leistungen zu vollbringen, auf die in den weiteren Kapiteln näher einzugehen sein wird, wie denn allerdings auch einem Griechen, Eratosthenes, der erste Versuch einer Gradmessung im Alterthum zu danken ist.

12. Römische Irrigationsanlagen, Kanäle und Strombauten.

Wie die von den Griechen geschaffenen Anlagen auf dem Gebiete der Bewässerung und des Kanalbaues nicht entfernt an die mächtigen und umfangreichen diesbezüglichen Arbeiten einer Anzahl anderer antiker Kulturvölker heranreichen, so gilt von den Schöpfungen dieser Art in Italien und den durch die Römer auf diesem Gebiete überhaupt hervorgebrachten Werken das Gleiche. Die hervorragenden Leistungen sowohl der Griechen wie der Römer geschahen in anderen Zweigen der Ingenieurtechnik, was in den natürlichen Verhältnissen begründet war.

Belegen auf einer Halbinsel, durchflossen von Strömen und umgeben von dem Meere, barg Italien manche schwierige Aufgabe für den Ingenieur, vor deren Lösung die etruskischen und römischen Baumeister nicht zurückschreckten. Die Niederlassung der Phönizier auf den Inseln Sicilien und Sardinien ist im Vorangegangenen bereits erwähnt worden. Die Griechen fassten auf dem südlichen Theil der Halbinsel Fuss, auf welcher sich der räthselhafte Volkszweig der Etrusker auch auf technischem Gebiete zu einer hohen Stufe der Entwicklung emporzuschwingen wusste. Woher die Etrusker ihre Kultur empfangen haben, ist bisher nicht mit Bestimmtheit ermittelt. Durch die griechischen Kolonien in Unter-Italien wurden dieselben jedenfalls günstig beeinflusst.

Vor der römischen Herrschaft dehnte sich dio Macht und das Ansehen der Etrusker zu Lande und zu Wasser weithin aus. Dieses Volk bewohnte das Land zwischen dem Tiber, den Apenninen und dem Flusse Macra am Tyrrhenischen Meere. Von den Alten wurden die Etrusker Burgen- und Städteerbauer genannt. Früher als ihre Nachbarn erreichten sie eine hohe Stufe der Kultur; sie wurden dio Lehrmeister der umwohnenden Völker.

Das Reich der Etrusker erlag jedoch bald dem Anstürmen seiner kriegerischen Nachbarn. Von verschiedenen Seiten her hart bedrängt, blieb von dem ausgedehnten Reiche nur Etrurien übrig, bis auch dieses (im Jahre 300 v. Chr.) sich der römischen Führung unterordnen musste.

Aus Gemeinden hervorgegangen, deren einzelne Glieder durch Grenzverträge mit einander in engere Berührung gekommen waren, hatten sich infolge

des in jenen Zeitläuften besonders starken Schutzbedürfnisses aus den anfangs unbewehrten Bauernschaften Kommunalverbände und Eidgenossenschaften gebildet, Stadtgebiete (res publicae, civitates), die zu einer grossen Einigung (societas) zusammenzuzieben Rom gelang, das sich zum Hauptorte aufschwang.

Die Gründung Roms fällt in die Bronceperiode Italiens; sie erfolgte durch einfache Schafhirten, Kolonisten aus Alba Longa, welche der gefährlichen Nachbarschaft eines Vulkans entflohen waren und sich an dem Flusse, einem Rumon, auf den zwei Hügeln, Palatium und Palatinus niederliessen. Dem Strome entnahmen sie den Namen, aus Rumon wurde Roma.

Den Lehrmeistern der Römer, den Etruskern, sind die ältesten hierher gehörenden Ingenieurbauwerke der Halbinsel zu danken.

Um den flachen und von zahlreichen Bachläufen durchzogenen Küstenstrich der Marennen dem Anbau zu gewinnen, war die Ausführung von Entwässerungen unumgänglich nöthig. Die Ueberreste der zu solchem Zwecke angelegten Kanäle haben sich erhalten, und die in Verbindung mit denselben entstandenen Gewölbbauten, wie z. B. derjenige des Martakanals, werden in dem Kapitel „Brückenbau" einer besonderen Erörterung zu unterziehen sein.

Ob von den Etruskern Abflüsse von Kraterseen hergestellt oder die natürlichen Abflüsse derselben verbessert und unterhalten wurden, ist nicht bestimmt bekannt, doch erscheint eine solche Thätigkeit sehr naheliegend.

Bemerkenswerth ist in dieser Beziehung der Ponte sodo genannte Bergdurchfluss bei Veji. Die Länge desselben beträgt etwa 70 m, die Breite 3,5 bis 4 und die Höhe 6 m. Die Ansichten darüber, ob diese Anlage, durch welche ein Bach in günstiger Weise abgeleitet wurde, vollständig von Menschenhand hergestellt worden ist, sind getheilt, doch wird es allerseits als zweifellos betrachtet, dass, wenn auch von der Natur geschaffen, der Durchgang jedenfalls eine künstliche Erweiterung erfahren hat.

Dieser Durchbruch ist vielleicht um so beachtenswerther, als das von den Römern geschaffene bedeutendste diesbezügliche Erstlingswerk immerbin einige Aehnlichkeit damit besitzt.

Diese Schöpfung ist der im Jahre 396 v. Chr. zur Ausführung gekommene Ablass des Albaner Sees.

Die Veranlassung zu diesem Unternehmen war theils das ungewöhnlich hohe Anschwellen des Sees, der entweder wie der See von Fucino keinen oder doch einen nur ungenügenden natürlichen Abfluss besass, theils soll zu dieser Ausführung die Aeusserung eines etruskischen Wahrsagers Veranlassung gegeben haben. Die Römer belagerten zu jener Zeit bereits 7 Jahre die Stadt Veji. Der Wahrsager verkündete nun, dass die Römer die Stadt nicht eher einnehmen würden, als bis der albanische See abgelassen wäre. Durch eine Gesandtschaft liessen hierauf die Römer das Orakel zu Delphi befragen. Das Kriegsschiff, welches das Weihgeschenk für den delphischen Apollo nach Griechenland brachte, dürfte eines der ältesten römischen

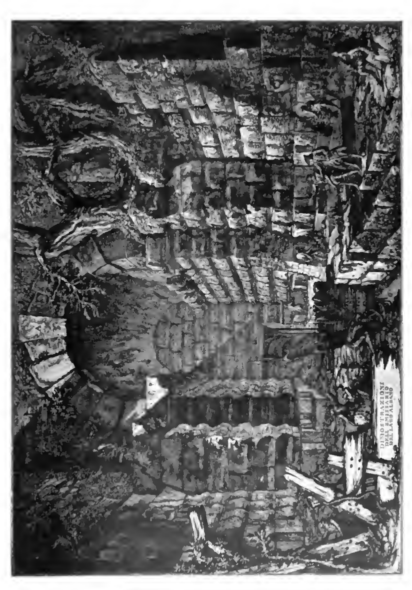


Abb. 34. Ansicht des Einlaufs des Emissars des Albaner Sees.

Schiffe dieser Art gewesen sein. Die Gesandtschaft brachte die Antwort zurück, dass die Aussage des Wahrsagers zu befolgen sei. Der See müsse durch einen unterirdischen Kanal abgeführt werden, das Wasser dürfe jedoch nicht in das Meer geleitet werden, sondern müsse, in mehrere kleine Kanäle getheilt, dazu dienen, die Felder zu bewässern und so allmählich versiechen.

Der Albaner See ist durch Einsturz eines Vulkans entstanden. Er bildet sonach eine trichterförmige Vertiefung, deren Wände aus Lavaschichten, dem Peperin, bestehen. Nach dem Meere zu, das etwa 12 italienische Meilen entfernt ist, bildet die Umgebung des Sees einen Abhang, durch welchen ein Stollen gebrochen wurde, welche Arbeit nur einen Zeitraum von einem Jahre erfordert zu haben scheint.

Die Länge des Stollens beträgt 1200 m, die Breite über 1½, die

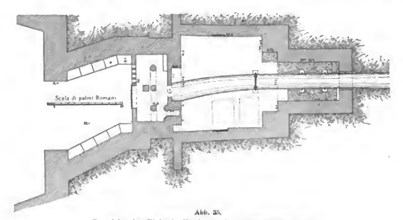


Abb. 35.
Grundriss der Einlaufstelle des Emissars des Albaner Sees.

Höhe 2—3 m. Aehnlich wie solches bei dem später zu beschreibenden Emissare des Lacus Fucinus geschah, wurden auch bei dem Albaner See Entwässerungstunnel, senkrechte Schachte zur Vermehrung der Angriffsstellen, zur Ventilation und Herausschaffung des gewonnenen Ausbruchsmaterials ausgeführt. Der Einlass und Auslass des Emissars ist in besonders bemerkenswerther Art und Weise angelegt. Die Konstruktionen dieser Theile sind in dem Werk Piranesis wiedergegeben, und sind diesem Werke die beigegebenen Illustrationen (Abb. 34—38) entnommen. Die Abbildungen zeigen jedoch nicht die ursprünglichen Anlagen, sondern geben diese Theile in dem Zustande wieder, den sie in einer späteren Zeit erhielten. Reber ist der Ansicht, dass das Tonnengewölbe über dem Einlass der Kaiserzeit angehört (s. Abb. 34).

Das am Einlass liegende Mauerwerk besteht aus Quadern und liegt schief gegen die Wasserfläche (s. Abb. 35). Hirt meint, es sei dies geschehen, um

die Wirkung der Strömung auf den Einlass abzuschwächen. Der Vormündung folgt eine Quermauer mit Oeffnungen für den Wasserdurchfluss. Um die in den See gefallenen Blätter etc. zurückzuhalten und einer Verunreinigung oder gar Verstopfung des Emissars nach Möglichkeit vorzubeugen, sind hier Gitter eingeschaltet (s. Abb. 36). Es folgt ein vertiefter Behälter, der bedeckt ist und gleichsam einen Schlammfang bildet (s. Abb. 38). Vor dem eigentlichen unterirdischen Ablauf befindet sich alsdann nochmals ein Vorbau, der einem Hafen ähnlich und von hohen Mauern umgeben ist. In diesem Theile scheinen von jeher Schlitze für Schütztafeln vorhanden gewesen zu sein.

An der Ausmündungsstelle (Abb. 37) ist eine Erweiterung des Kanals vorgesehen. Dieser Theil ist überwölbt, und sind als Gewölbsteine Quadern verwendet. Aus diesem Behälter floss das Wasser durch fünf kleinere Oeffnungen in kleine Ableitungskanäle. Die Anordnung an der Ausmündungsstelle ist jetzt gegen früher verändert.

Die Frage, wie die Römer in so früher Zeit zu den Kenntnissen kamen, ein solches Werk mit so viel Umsicht zur Ausführung zu bringen, beantwortet Hirt mit der Vermuthung, dass wahrscheinlich die Gesandtschaft, die zur Befragung des Orakels nach Delphi geschickt worden war, gleichzeitig den Auftrag hatte, sich über die Ausführung des Werkes zu unterrichten und womöglich geschickte Leute mitzubringen. Als Vorbild habe vielleicht der griechische Stollen für die von Polykrates gebaute Wasserleitung des Eupalinos von Samos gedient. Durm ist dagegen der Ansicht, dass die Anlage nach den Angaben eines Etruskers und von kriegsgefangenen etruskischen Werkleuten ausgeführt wurde, eine Anschauung, die im Hinblick auf den Ponte sodo mancherlei für sich hat.

Etwa ein Jahrhundert später und zwar 289 v. Chr., unterwarf der Konsul M. Curius Dentatus die Bewohner der Umgegend des Sees Velinus im Sabinerlande. Da der Ablauf aus diesem See in der Richtung nach dem Flusse Nar sehr hoch lag, so staute sich das Wasser in dem Seebecken stark an. Um das unter Wasser liegende Land für den Anbau zu gewinnen, war eine Vertiefung dieses Ablaufes erforderlich, zu welchem Zwecke ein Kanal in dem hohen Felsengrunde hergestellt werden musste. Curius, der Eroberer des Landes, liess das mühevolle Werk in Angriff nehmen und brachte es zur glücklichen Vollendung, wodurch eine der schönsten und ergiebigsten Gegenden, das Rosea oder das Tempe der Reatiner (nach der Stadt Reate genannt), geschaffen wurde. Der Abfluss des Sees Velinus bildete den schönen Wasserfall in die Nera unweit Terni.

Dieses Werk verursachte in der Folgezeit viele Rechtsstreitigkeiten, indem sich die Bewohner von Terni über den grossen Wasserzufluss beschwerten. In diesem Rechtsstreit führte Cicero die Sache der Reatiner. Ueber den Ausgang des Processes ist nichts bekannt geworden. Zur Zeit des Tiberius entstand die Frage, ob es sich nicht empfehle, den von Curius geschaffenen Aus-



Abb. 36. Details des Emissars des Albaner Sees.



Abb. 37. Ausmündung des Emissars des Albaner Sees.

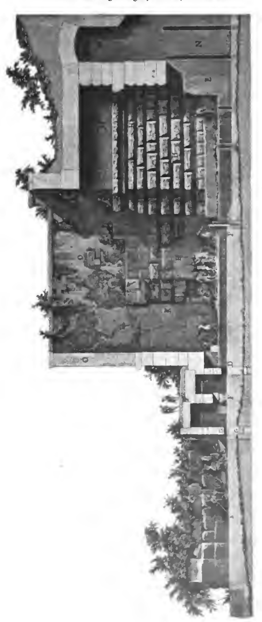


Abb. 38. Längenschnitt durch den Einlauf des Emissars des Albaner Sees.

fluss zu verstopfen, da man glaubte, die Zuflüsse des Tiber verringern zu müssen, um dessen Ueberschwemmungen zu mildern. Die Schliessung kam jedoch nicht zur Ausführung.

Viele Jahrhunderte vergingen, bis das bedeutendste römische Werk auf dem Gebiet der See-Entwässerung, der Versuch zur Trockenlegung des Fuciner Sees, in Angriff genommen wurde.

Es war dies eine Aufgabe, deren Lösung in den verschiedensten Jahrhunderten vergeblich versucht worden ist. Im Alterthum war es Julius Cäsar, Claudius, Trajan und Hadrian, im Mittelalter Friedrich II. und wahrscheinlich Alphons I. von Aragonien, welche die Ausführung dieses Werkes erstrebten.

Erst unseren Tagen war es vorbehalten, den Triumph einer Vollendung des bereits für unausführbar gehaltenen Werkes zu erleben. Dem Unternehmungsgeist und der Opferfreudigkeit des Fürsten Alexander Torlonia ist es zu danken, dass dieses Werk in den Jahren 1854—1876 zur endgültigen Ausführung gebracht werden konnte.

Die letzteren Arbeiten legten vielfach das einst von den Römern geschaffene Werk bloss, sie ermöglichten so eine eingehende Kenntniss der antiken Bauausführung und gestatteten höchst interessante Einblicke in deren Einzelheiten. Wenn sich hierbei auch gezeigt hat, dass die Ausführung dieses Riesenwerkes vielfach den Stempel einer höchst bedauerlichen Misswirthschaft trägt, so zeigt doch der der Anlage zu Grunde gelegte ursprüngliche Gesammtplan eine solche Grossartigkeit und legt von einer so hoch ausgebildeten technischen Bildung Zeugniss ab, dass diesem Unternehmen die grösste Anerkennung trotzdem nicht vorenthalten werden kann.

Der in der Provinz Aquila belegene Fuciner See ist der grösste Binnensee von Central- und Süd-Italien. Seine Entfernung von Rom beträgt in gerader Richtung gemessen 86 km, von Neapel 155 km. Die Höhe des Wasserspiegels über dem Meere war am 10. Juni 1861 = 668,94 m. Die Grösse des rings von Bergen umgebenen Beckens beträgt etwa 65000 ha. Die Form des eigentlichen Sees war eine elliptische, die Axenlängen betrugen 20 und 11 km. Der Boden des Sees fällt in der Richtung von Osten nach Westen ab. Vor Herstellung des Ableitungstunnels war eine Verminderung des Wassers nur durch Verdunstung möglich. Das nächste Gewässer des Fuciner Sees ist ein kleiner Fluss, der Liris; seine Entfernung von dem See beträgt ca. 6 km.

An das Ufergelände grenzten im Alterthume die Landschaften Aequi und Marsi. Durch das beständig wechselnde Steigen und Fallen des Seewasserspiegels in einem ununterbrochenen Zustande der Gefährdung befindlich, nahmen die Umwohner ihre Zuflucht zu einem Gotte.

Sie errichteten demselben Tempel und Altäre und brachten ihm zahlreiche Opfer dar, indem sie hofften, die Feindseligkeit des Gottes hierdurch mildern und somit eine Abwendung der Gefahr herbeiführen zu können. Allein der gewünschte Zustand trat nicht ein.

Statt in göttlicher Hilfe suchten sie endlich ihr Heil bei den Menschen, sie flehten Julius Cäsar an, sich ihrer in der grossen Noth anzunehmen.

Cäsar war es darum zu thun, dieses Versorgungsgebiet Roms zu erhalten, und er war daher geneigt, die Bitten der Umwohner des Fuciner Sees zu erhören. In diesem Zeitpunkt hatte Cäsar bereits den Gedanken gefasst, die Landenge von Korinth zu durchstechen, um den Weg der aus dem Osten kommenden Kornschiffe abzukürzen und die pontinischen Sümpfe trocken zu legen. Mit seinem Tode trat die Ausführung all' dieser grossen Pläne zunächst in den Hintergrund. Die zur Verwirklichung derselben erforderlichen grossen

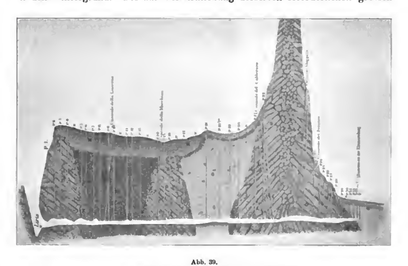


Abb. 39.
Längenschnitt durch den Emissar des Fuciner Sees.
Es bedeutet: *D* fester Kalkfelsen, *E* zerborstener Fels, *F* Konglomerat, *G* Sand und Thon.

Geldsummen schreckten die Nachfolger vor der Inangriffnahme der projektirten Bauwerke ab. Caligula nahm den Plan der Trockenlegung des Fuciner Sees zwar auf, ohne dass jedoch ein Schritt zur Ausführung erfolgte.

Unter der Regierung des Kaisers Claudius erboten sich Unternehmer zur Ausführung des Werks unter der Bedingung, dass das trocken gelegte Land ihr Eigenthum würde. Narcissus, Claudius Günstling, stellte dem Kaiser vor, dass er als Nachfolger Cäsars diese Arbeit selbst ausführen müsse.

Der Bau nahm seinen Anfang, und Suetonius berichtet, dass 30000 Menschen 11 Jahre lang an dem Werke beschäftigt gewesen seien. Plinius, der die Arbeit während der Ausführung sah, sagt, dass die Kosten eine so unglaubliche Höhe erreicht hätten, dass keine Sprache dieselben deutlich machen könne. Wenn in letzterer Behauptung auch eine arge Uebertreibung liegt, so ist doch

zuzugeben, dass die Baukosten allerdings einen ungewöhnlich hohen Betrag erreicht haben. In dem Werke von Brisse und Rotrou werden sie annähernd zu 280000000 Mark berechnet, und es kann nicht befremden, dass dieses Unternehmen in Verbindung mit den später zu beschreibenden Hafenbauten bei Ostia den öffentlichen Schatz des römischen Reiches in Schulden stürzte.

Bei der Lage des Fuciner Sees war seine Trockenlegung nur durch Herstellung eines Tunnels zwischen ihm und dem Liris ausführbar. Die durchschnittliche Tiefe dieses Tunnels unter der Erdoberfläche war zu 100 m anzunehmen, unter dem Monte Salviano stieg dieselbe auf 300 m (s. Abb. 39 die höchste Erhebung). Die Ausmündungsstelle sollte so hoch über dem Liris liegen, dass das Seewasser stets frei aus dem Tunnel in den Fluss abfliessen konnte. Die Festlegung der Eintritts- und der Ausflussöffnung des Claudius-Tunnels zu einander ist, wie die Ausführung des Torlonia-Tunnels hat erkennen lassen, mit grösster Genauigkeit erfolgt, und diese Bestimmung lässt die Geschicklichkeit und die Kenntnisse des Entwerfers der gesammten Anlage im glänzendsten Licht erscheinen. Der Höhenunterschied betrug 8,444 m, die Längenentfernung beider Punkte 5595 m, woraus sich ein Gefälle von $^{3}/_{2000}$ ergab.

Der römische Tunnelausgang befand sich 1,14 m über dem Seeboden; man muss hiernach annehmen, dass die Römer nur einen Theil des Sees trocken legen wollten. Neben technischen Gründen dürften hierbei Rücksichten gegen die Bewohner, die trotz aller erlittenen Unbill an ihren Fluss- und Wassergöttern hingen, massgebend gewesen sein. Die römische Tunnelführung zeigt mehrere Knicke; sie scheint gewählt, um an einzelnen Stellen harte Felsgesteine zu umgehen, sodann um Stellen der Ebene zu berühren, an welchen die Schachte bedeutend weniger tief angelegt zu werden brauchten.

Die Entfernung der Schachte ist eine sehr ungleiche, was darauf zurückzuführen sein dürfte, dass der Unternehmer bestrebt war, die Kosten der Ausführung möglichst zu verringern. Die Römer haben im Ganzen über 40 Schachte auf der Tunnelstrecke gesenkt. Die Tiefe derselben schwankt zwischen 17 und 122 m, sie waren von viereckiger Grundrissform, vielfach in opus reticulatum ausgemauert, sonst verzimmert. Einer dieser alten Schachte wurde durch das Werk Torlonias vollständig freigelegt und hat, da er seit der Zufüllung durch die Römer nicht berührt worden war, interessante Aufschlüsse über deren Arbeitsweise geliefert. Die Schachtverzimmerung war noch vollständig intakt. Die Seitenlängen betrugen 4,32 m. Die Absteifung war durch je zwei sich rechtwinklig kreuzende Bäume erfolgt, durch zwei der so gebildeten vier Schachtabtheilungen wurden die Ausbruchsmaterialien an die Erdoberfläche befördert. Hierzu bedienten sich die Römer kupferner Gefässe, welche mit breiten Eisenbändern beschlagen waren und deren Rauminhalt ca. 40 cbdm betrug (1,4 Kubikfuss = $^{1}/_{25}$ cbm).

Die Gefässe wurden bei dem Hinablassen und Aufwinden an Tauen befestigt, die durch Capstands auf- und abgewickelt wurden. Die Capstands, welche dicht am Schachtrande sich befanden, waren in Holzgerüsten eingebaut.

Die Bewegung derselben erfolgte durch Menschenkraft. Diese gesammte Hebungsvorrichtung zeigt den bedeutenden Abstand in der Ausnutzung der Arbeitskräfte damals und heute.

Von den Schachten zweigten horizontale Gallerien, sogenannte Cuniculi ab, die einerseits dazu dienten, die ersteren während ihrer Senkung zu ventiliren, anderseits auch zur Entfernung des ausgegrabenen Materials

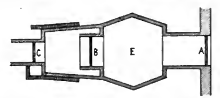


Abb. 40.
Schematische Zeichnung des Einlaufs des Emissars des Fuciner Sees. Grundriss.

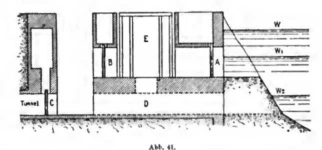


Abb. 41.
Schematische Zeichnung des Einlaufs des Emissars des Fuciner Sees. Längenschnitt.

benutzt wurden, und zwar fand eine derartige seitliche Materialbeförderung für diejenigen Tunnelstrecken statt, in welchen wegen der grossen Höbe des darüber liegenden Gebirges eine senkrechte Beförderung nicht angängig erschien. So finden sich auf einer Tunnelstrecke von 890 m Länge gar keine senkrechten Schachtanlagen. Daneben scheinen die Cuniculi auch bestimmt gewesen zu sein, die Unterhaltung des fertigen Tunnels zu erleichtern. Diejenigen, welche sowohl Lüftungs- als Transportzwecken dienten, sind geräumiger angelegt als jene, welche nur für die Ventilation benutzt wurden. In ersteren sind ausserdem Ausweichstellen vorgesehen, an welchen sich zwei Handwagen begegnen konnten. Einzelne der Cuniculi sind untereinander durch schornsteinartige Gänge verbunden, wodurch eine Verstärkung der Ventilation bezweckt wurde.

Die Gesammtlänge aller Schachte und Gallerien betrug etwa 11000 m, d. h. fast das Doppelte der Länge des Haupttunnels.

Die Länge des Letzteren ist, in der Luftlinie gemessen, 5595,34 m, infolge verschiedener Abweichungen von der geraden Verbindungslinie vergrösserte sich dieses Mass auf 5653,01 m.

Die verschiedenen Bodenarten, durch welche der Tunnel zu treiben war, setzten sich in der Hauptsache wie nachstehend angegeben zusammen:

fester Sandstein auf 2635 m Länge,
loser „ „ 508 „ „ ,
Thon und Sand „ 732 „ „ .

Der weitaus grössere Theil der Tunnelstrecke musste, wie sich aus den angeführten Zahlen ergiebt, durch Gestein getrieben werden, während sich der übrige zu durchbrechende Boden vorwiegend aus solchen Bodenarten zusammensetzte, die zu den schwierigsten im Tunnelbau überhaupt vorkommenden gehören. Die Arbeit in den Felspartien musste in Ermangelung anderer Werkzeuge ausschliesslich mittelst des Meissels beschafft werden.

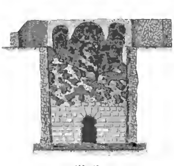
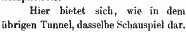
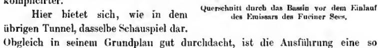


Abb. 42.
Querschnitt durch das Bassin vor dem Einlauf des Emissars des Fuciner Sees.

Die Vorkehrungen zur Regulirung des Wasserablaufes an dem Tunneleingang waren an und für sich sehr einfacher Art, im Laufe der Ausführung gestaltete sich dieser Theil, der mit dem Namen Incile bezeichnet wurde, complicirter.

Hier bietet sich, wie in dem übrigen Tunnel, dasselbe Schauspiel dar. Obgleich in seinem Grundplan gut durchdacht, ist die Ausführung eine so schlechte, dass nicht einmal die nothdürftigste Symmetrie beobachtet worden ist.

Diese Anlage (Abb. 40 u. 41) besass folgende Theile:

1. Ein trapezförmiges Bassin, welches mit der kürzeren der parallelen Seitenflächen an den Tunneleingang stiess.

   Den Tunneleingang zeigt Abb. 42. Derselbe war durch ein sehr starkes Fluthschoss [*C*] (Abb. 40 u. 41), welches sich in zwei Dammfalzen bewegte, geschlossen. Die Bewegung dieses Schosses erfolgte wahrscheinlich mittelst starker Windevorrichtungen, die in dem Raume oberhalb des Einganges aufgestellt waren.

   Diese Kammer war durch eine Treppe erreichbar, welche in einer der Seitenmauern des trapezförmigen Raumes eingebaut war.

   Die entgegengesetzte Mauer enthielt eine geneigte Gallerie, die in den Tunnel kurz hinter dem Fluthschoss mündete.

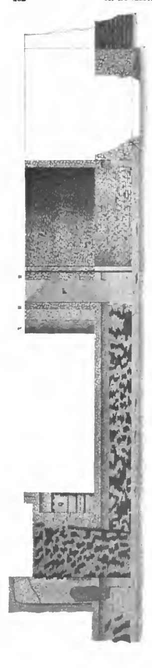


Abb. 43.
Längenschnitt durch den Einlass des Emissars des Fuciner Sees.

2. Ein Bassin von hexagonaler Form (Abb. 40), das vor dem erstgenannten Raume lag und von diesem durch die Mauer an der grösseren Basis des Trapezes getrennt war. Aus dieser Trennungsmauer ragte eine andere Konstruktion in das trapezförmige Bassin hinein und stellte eine Verbindung zwischen den beiden Räumen her. In diese Verbindung sollte gleichfalls ein Schoss (*B*) eingebaut werden.
3. Auf der in der Tunnelaxe liegenden Seite des Hexagons mündete ein kleiner Kanal, der mit dem See in Verbindung stand. Er hatte eine Länge von nur 7,8 m. An seinem Kopfe befand sich ein drittes Fluthschoss (*A*), um das Wasser aus dem See in das hexagonale Bassin einlassen zu können. Die Seitenmauern dieses Kanals waren flügelartig erweitert, um ein Unterspülen derselben zu verhindern. Durch die vorstehend beschriebene Anordnung sollte der Ausfluss vor allen Eventualitäten bewahrt werden.

Die Bedeutung dieser gesammten Konstruktion war dem Ausführenden nicht zum Bewusstsein gekommen oder absichtlich von demselben unterschätzt worden.

Bei der Herstellung des Baues wurden Aenderungen vorgenommen, die einen ernstlichen Unfall veranlassten und beinahe den Untergang des Kaisers Claudius nebst Gefolge bewirkten. Abb. 43 giebt einen Längenschnitt wieder, der den Einlass in dem Zustande zeigt, in welchem er bei den modernen Arbeiten freigelegt wurde.

Wie bereits hervorgehoben worden ist, muss dem Plane der ganzen Anlage, dessen Urheber leider die Geschichte nicht namhaft macht, vollste Anerkennung gezollt werden, und um so bedauerlicher ist es,

dass die Ausführung in so durchaus mangelhafter Art und Weise erfolgte. Die hierbei vorgekommenen zahlreichen Fehler sind nur erklärlich durch die Annahme, dass der Günstling Narcissus grosse Unterschlagungen beging, die sein Vermögen begründeten.

So ist z. B. der Tunnelquerschnitt sowohl hinsichtlich der Form als der Grösse nicht überall der gleiche, vielmehr verengt sich derselbe an einzelnen Strecken auf den dritten Theil. Abb. 44 giebt den normalen Querschnitt des Emissars des Fuciner Sees wieder, Abb. 45 zeigt dagegen eine der Stellen, von welchen dieser Querschnitt in ausserordentlich starker Weise durch eingetretene Schwierigkeiten bei der Herstellung eingeschnürt worden ist. Auch die Tunnelneigung ist nicht durchgeführt, es finden sich einige hochliegende Theile.

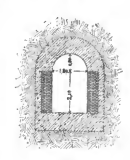


Abb. 44.
Normaler Querschnitt des Emissars des Fuciner Sees.

Man kann nach Torlonias Werk nur annehmen, dass die Oberleitung eine sehr schlechte war und von einer Persönlichkeit ausgeübt worden ist, die durchaus nichts von technischen Dingen verstand. Trotzdem das Werk streckenweise durch Puzzolanerde getrieben worden ist, zeigt das Mauerwerk der betreffenden Schachte nicht dieses Bindemittel.



Abb. 45.
Verengter Querschnitt des Emissars des Fuciner Sees.

Die Bauausführung scheint mit grossen Schwierigkeiten verknüpft gewesen zu sein, welche durch gelegentliche Unfälle noch vergrössert wurden: So ist nach den bei der Herstellung des Torlonia-Tunnels gewonnenen Ergebnissen anzunehmen, dass ein Durchbruch des Sees in den Tunnel stattgefunden hat, der denselben durch nachfolgende Einstürze in zwei Theile zerlegte.

Der obere mit dem See in Verbindung stehende Theil war hiernach vollständig mit Wasser gefüllt. Es scheint, als ob der im See befindlich gewesene Deich, welcher bis zur Fertigstellung des Tunnels den Eingang desselben schützen sollte, seinen Zweck nicht erfüllt hat, und dass nach Durchbruch des Deiches das Wasser in die bereits fertiggestellte Einlassöffnung strömte. Wahrscheinlich hat man die Beschädigung des Tunnels in der nachstehend beschriebenen Weise zu beseitigen versucht. Man kann mit Sicherheit annehmen, dass zunächst das Bestreben darauf gerichtet war, den Deichbruch wieder zu schliessen und dass alsdann der Versuch einer Trockenlegung der oberen unter Wasser gesetzten Tunnelstrecke gemacht wurde. Die Stelle des Einsturzes befand sich 90 m unter der Oberfläche, und schon hieraus geht hervor, dass, obgleich den Römern die Benutzung der Ktesibius'-

schen Pumpe nicht fremd war, in diesem Falle ein Leerpumpen vollständig aussichtslos gewesen wäre.

Man versuchte sein Heil in der Vermehrung der Cuniculi und gab sich der Hoffnung hin, die Wassermassen ausschöpfen zu können. Allein auch die Leistungen der viele Ketten bildenden Menschen waren erfolglos. In dieser kritischen Lage gab es nur zwei Möglichkeiten, entweder das ganze Werk aufzugeben oder einen Verbindungstunnel zwischen der oberen und unteren Tunnelstrecke unter Umgehung der eingestürzten Stelle herzustellen.

Die Römer wählten das Letztere und gingen mit bewundernswerthem Muthe an die Schaffung dieser Strecke. In Abb. 46 bezeichnet $a—b$ den ursprünglich hergestellten, durch Einsturz vernichteten Tunneltheil. Um die Durchbruchstelle zu umgehen, wurde die Strecke $c—d—b$ von den Römern gebaut.

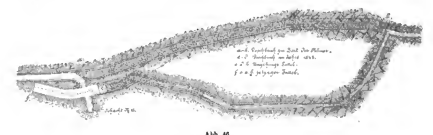


Abb. 46.
Einsturzstelle des Römertunnels.

Diese Bauausführung muss als die schwierigste und gefahrvollste Arbeit der ganzen Anlage bezeichnet werden, und es bleibt zu bewundern, dass Menschen, denen keines der uns heute zu Gebote stehenden Hilfsmittel zur Verfügung stand, es vermochten, diese Arbeit zu vollenden. Um so bedauerlicher ist es, dass die aufgewandte Mühe eine vergebliche war und dass sich das grosse Werk als seinem Zwecke nicht entsprechend erwies.

Das Einlaufen des Wassers in den Tunnel nach dem vollständigen Durchbruch desselben bis zum Liris fand unter grossen Festlichkeiten statt.

Claudius liess zu diesem Zwecke zwei Flotten erbauen, die eine derselben stellte diejenige der Rhodier, die andere die der Sicilianer dar. Mittelst dieser Flotten wurde auf dem See ein künstliches Seegefecht zur Darstellung gebracht, das an Grossartigkeit von keinem der im Alterthume aufgeführten übertroffen wurde. Neunzehntausend Gefangene waren aus ganz Italien herbeigeführt, um als Mannschaft der Schiffe zu dienen.

Das zu erwartende Schauspiel nahm Claudius Interesse so vollständig in Anspruch, dass derselbe für die Fertigstellung des Emissars wenig Theilnahme bekundete.

Von der Kaiserin Agrippina, dem jungen Nero und seinem Gefolge umgeben, gab Claudius, der in einen Purpurmantel gehüllt war, das Zeichen zum Beginne des Kampfspiels.

Die Kämpfer rückten gegen den Kaiser vor, dabei den üblichen Begrüssungsruf „Ave Caesar! Morituri te salutant" ausrufend. Claudius war so voller Freude, dass er, alle Etikette bei Seite lassend, den sonderbaren und wenig angebrachten Ruf „Avete vos" den Kämpfern entgegenschallen liess. Ein durch besondere Mechanismen in Bewegung gesetzter silberner Schwan gab das Signal zum Kampfe. Allein keiner der Kämpfer rührte sich; die Unglücklichen waren in dem Wahne befangen, dass der Kaiser durch die Erwiderung ihres Grusses ihnen das Leben geschenkt habe.

Jedoch weder dem Kaiser, noch den aus Rom und dem übrigen Italien herbeigeeilten Tausenden fiel es ein, sich um das erhoffte Schauspiel bringen zu lassen. Die gute Laune des Kaisers schlug angesichts der Weigerung der Kämpfer in das Gegentheil um. Mit flammendem Blick und zitternd vor Zorn sprang er von seinem Throne und eilte auf die Kämpfer zu. Er suchte die Zögernden anzuspornen, bat und befahl und drohte endlich, da die Kämpfer noch immer keine Neigung zeigten, das grausame Spiel zu beginnen, dieselben sämmtlich durch Feuer nnd Schwert tödten zu lassen.

Die Prätorianer erhielten den Befehl, die Katapulten in Thätigkeit zu setzen, und ihren unvermeidlichen Untergang vor Augen sehend, entschlossen sich endlich die Verurtheilten zu kämpfen. Als der Kaiser sich an dem Gemetzel genug geweidet hatte, liess er den Kampf abbrechen und schenkte den Ueberlebenden das Leben.

Nachdem dieses Vorspiel geendet hatte, wurde der Tunneleinlass geöffnet und das Wasser des Sees zog ab.

Die zahlreichen Feinde des Narcissus mit Agrippina an der Spitze suchten die schlechte Laune des Kaisers zu ihrem Vortheil zu benutzen. Sie machten Claudius auf die Fehler des Werks aufmerksam, sie zeigten ihm, dass der Boden des sechseckigen Bassins viel höher lag als der Tunneleinfluss (s. Abb. 41), wodurch ein vollständiges Ablaufen des Seewassers unmöglich war und mithin die zu gewinnende Landfläche ausserordentlich verkleinert werden musste. Narcissus gelang es jedoch, den Kaiser durch das Versprechen, die Anlage verbessern zu wollen, zu besänftigen.

Die Arbeiten zur Umänderung des Wassereinlaufes wurden so bald als möglich in Angriff genommen.

In dem Kanale, welcher das hexagonale Bassin mit dem See verband, wurde ein Stollen in solcher Tiefe angelegt, dass derselbe in einen unter dem hexagonalen Bassin hergestellten Tunnel einmündete (*D* in Abb. 41). Dieser letztere Tunnel mündete auf dem Boden des trapezförmigen Bassins und zwar dem ursprünglichen Tunneleingang gegenüber. Nach den Berichten des **Tacitus** wurden diese Arbeiten ausserordentlich rasch ausgeführt, da berichtet wird,

dass sich Claudius während dieser Zeit am See aufhielt und hier nach Möglichkeit unterhalten wurde.

Durch die vorgenommenen Arbeiten war das hexagonale Bassin überflüssig geworden, da das Wasser durch den neu erbauten Stollen und Tunnel direkt in das trapezförmige Bassin eintrat. Mit dem ersteren Bassin wurde auch das Fluththor *B* überflüssig. Nur die beiden Sicherheitsabschlüsse am Eingang des Kanals und des Tunnels blieben in Wirksamkeit.

Die Festlichkeiten bei der zweiten Eröffnung waren weniger grossartig als die bei der ersten Feier veranstalteten. Sie beschränkten sich in der Hauptsache auf einen Gladiatorenkampf, welcher in einem hölzernen Cirkus am Ufer gegeben wurde.

Narcissus fasste, um Claudius durch ein interessantes Schauspiel zu fesseln, den Plan, über dem aufgegebenen Hexagonal einen grossen Pavillon zu errichten, sodass Claudius unter seinen Füssen den Einlauf des Wassers in den neuen Tunnel sollte beobachten können. Dieser Plan wurde ausgeführt und alle Vorbereitungen zu einem in dem Pavillon abzuhaltenden kostbaren Feste getroffen.

Das Schauspiel begann, der Einlass sollte stattfinden. Es zeigte sich, dass das Fluththor, welches den Ausfluss regeln sollte, zwar als Sicherheitsvorkehrung dienen konnte, dass dasselbe aber nicht im Stande war, als Regulator zu wirken. Die Anordnung funktionirte nicht, sie wurde durch die Heftigkeit des Stromes hinweggeschwemmt. Das Wasser stieg in dem Bassin hoch, in welchem die den Pavillon tragenden Balken standen.

Als die Zuschauer den Boden unter ihren Füssen schwanken fühlten, ertönten Angstschreie. Die Wasser rissen die Tragbalken hinweg. Alle, mit Ausnahme von Agrippina verloren die Besonnenheit. Sie allein bewahrte ihre Ruhe und nutzte das neue Missgeschick des Narcissus zu dessen Nachtheil aus. Narcissus fiel vollständig in Ungnade.

Wenige Monate nach diesem Ereigniss starb Claudius.

Nero that bei dem Hasse, der ihn gegen seinen Vorgänger erfüllte, nichts zur Weiterführung des grossen Unternehmens. Dasselbe war dem Untergange geweiht und die enormen Baukosten schienen vergebens und nutzlos aufgewandt zu sein. Erst unter Hadrian wurde der Versuch gemacht, die Arbeiten zu einem erspriesslichen Ende zu bringen.

Hierzu war vor allen Dingen erforderlich, dass der offene Zuleitungskanal vertieft wurde, eine Arbeit, die in durchaus sachgemässer Weise in Angriff genommen worden zu sein scheint. Zur Vollendung kam das Werk Hadrians, das immerhin eine bedeutende Senkung des Wasserspiegels gestattet haben würde, jedoch nicht.

Der Tunnel scheint bis zum fünften Jahrhundert nothdürftig unterhalten worden zu sein. Seit diesem Zeitpunkte hören für einige Jahrhunderte alle Nachrichten über das Werk auf. Der Kanal und der Tunnel verstopften sich

im Laufe der Zeit immer mehr, und der Wasserspiegel erreichte wiederum die alte Höhe.

Die ersten Nachrichten über den Tunnel im Mittelalter stammen aus den Jahren 1239—40. Friedrich II. befahl die Ausbesserung desselben. In dem betreffenden Schriftstück sagt der Kaiser, dass es zu seinem Ruhme gereichen würde, das schlecht ausgeführte und verfallene Werk zu erneuern.

Die unter Friedrich II. ausgeführten Ausbesserungsarbeiten zeigen in nur zu deutlicher Weise, dass in jener Zeit weder die Kenntnisse noch die Geschicklichkeit vorhanden waren, derartige Werke sachgemäss zu fördern. Die Ausführung ist eine sehr schlechte und weist nur Flickwerk auf. In dieser Zeit stand das technische Wollen und Können auf einer gleich tiefen Stufe.

Eine weitere Anzahl römischer Wasserbauten hatte ebenfalls die Trockenlegung von Land zum Zwecke, doch war die bei diesen Arbeiten zu lösende Aufgabe eine vollständig andere. In erster Reihe ist hier der Austrocknung der pontinischen Sümpfe, sowie der Sümpfe am Padus, zwischen Placentia und Parma, Erwähnung zu thun.

Die pontinischen Sümpfe bilden einen tiefliegenden Landstrich in Latium zwischen dem Tyrrhenischen Meere und einem hohen Gebirgsrücken, der diese Niederung in stumpfem Winkel umschliesst. Ein in dieser Gegend liegender isolirter Berg war nach Homer die Burg der Zauberin Circe.

Die pontinischen Sümpfe waren ursprünglich wahrscheinlich Meeresgrund, der durch vulkanische Kräfte gehoben wurde. Sie erstrecken sich im Süden Roms von Nettuno bis Terracina und besitzen eine Längenausdehnung von nahezu 60 km bei einer Breite von 6—15 km. Zur Zeit der Gründung Roms befanden sich die pontinischen Sümpfe im Besitze der Volsker. Noch während der Republik lagen hier 33 Städte, deren bedeutendste Pometia war. Ob die Bewohnbarkeit dieser Gegend als eine Folge künstlicher Entwässerungsanlagen oder des geringeren Einflusses der Wasserverhältnisse anzusehen ist, war lange unentschieden. Es ist jetzt keine Frage mehr, dass künstliche Entwässerungsanlagen und namentlich in der Campagna frühzeitig angelegt worden waren. Die römische Campagna ist ausserordentlich wasserreich und zwar steht dieser Wasserreichthum nicht im Verhältniss zu dem Jahresmittel der Regenmengen. Trotzdem im Sommer häufig während einiger Monate kein Tropfen Regen fällt, sprudeln hier doch das ganze Jahr hindurch Quellen. Diese Erscheinung ist auf die vulkanische Natur des Bodens und auf den Umstand zurückzuführen, dass die Campagna auf einzelnen Seiten von erloschenen Kratern umgeben ist, von denen einzelne Seen bilden (wie z. B. der Albaner See), deren Wasser durch den durchlässigen Boden dringt, unter der Campagna zahlreiche Höhlungen füllt und somit Wasserreservoirs bildet, die unter dem Druck des Wassers der Seen stehen. Ein Theil dieses Wassers fliesst in den Tiber ab, die andere Wassermasse kann nur in Verdunstung durch die dünne pflanzentragende Bodenschicht entweichen.

Diese eigenthümlichen Verhältnisse sind die Hauptursache der hier herrschenden Malaria.

Die Malaria, ein Wechselfieber, entsteht bei dem Vorhandensein der folgenden drei Bedingungen:

1. Eine Temperatur nicht nnter 20° C.
2. Ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt des Bodens.
3. Eine direkte Einwirkung der Luft auf den Boden.

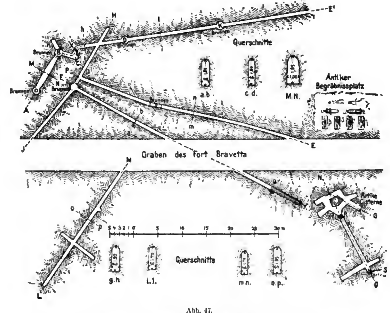


Abb. 47.
Lageplan einer Drainirungsanlage der Campagna nebst Querschnitten.

Das Abhilfsmittel liegt daher, da der Mensch auf die Temperatur keinen Einfluss auszuüben vermag, entweder in der Trockenlegung, d. h. Drainirung des Bodens oder in der Herstellung einer Bedeckung desselben, derart, dass die Luft nicht mehr auf denselben einzuwirken vermag.

Die Campagna besitzt zahlreiche hügelartige Erhebungen, nur etwa der fünfte Theil ist eben. Dieses alluviale ebene Terrain ist das Tiberdelta und ein schmaler Landstreifen an der Küste. Infolge der angegebenen eigenartigen Verhältnisse sind auch die hügelartigen Erhebungen mit Wasser durchtränkt und gleich dem tiefliegenden Lande Malariaherde.

Die alten Bewohner dieses Landstriches haben die Natur des Bodens, auf

welchem sie sich niederliessen, genau erkannt, und suchten durch Herstellung eines Drainagesystems dem Uebel abzuhelfen. In erster Linie ist es diesen ausgedehnten Entwässerungsanlagen zuzuschreiben, dass die Campagna in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung der Sitz Tausender von patrizischen Römern war und dass hier ausgedehnte Villenkolonien entstehen konnten.

Die Spuren des alten Drainagesystems finden sich in der ganzen Ausdehnung des römischen Gebiets. Die Entwässerungsanlagen bestehen aus einem dichten Netz von unterirdischen Gängen, deren Höhe etwa 1,5 m und deren Breite 0,5 m beträgt, so dass der Querschnitt eben gross genug ist, um einem Menschen das Durchkriechen zwecks Reinigung und Ausbesserung zu ermöglichen. Diese Kanäle (Cuniculi) durchkreuzen die Erhebungen nach allen Richtungen hin und liegen nicht selten sogar übereinander. In gewissen Abständen sind vertikale Schachte hergestellt, welche die in verschiedener Höhenlage liegenden Kanäle untereinander und mit der Erdoberfläche verbinden.

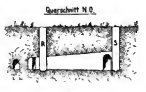


Abb. 48.
Drainirungsanlage der Campagna.

Einer der bemerkenswerthesten Punkte dieser alten Drainirungsanlagen ist in den Abb. 47—49 wiedergegeben. Abb. 47 giebt ein Gesammtbild und zeigt die grosse Anzahl der Brunnen resp., wie bei R und S, der Schachte zum Hochziehen des Wassers. Abb. 48 giebt einen Schnitt durch die letzteren

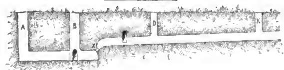


Abb. 49.
Drainirungsanlage der Campagna.

wieder. Aus dem Schnitt Abb. 49 ist die verschiedene Höhenlage der Gänge zu erkennen. Bei x wurde eine durchlöcherte Bleiplatte gefunden.

Es ist kein Zweifel, dass das Wasser der Cuniculi vielfach zu häuslichen Zwecken Verwendung fand, wie auch der Grundriss Abb. 47 eine Cisterne zeigt, deren Querschnitt in Abb. 48 wiedergegeben ist. Die eingearbeiteten Hand- und Fusslöcher in den Schachten sind ein deutlicher Beweis für die Inspicirung der Kanäle. In einer der Gallerien hat man auf dem Boden derselben thönerne Drainirungsleitungen gefunden, wie solche in Abb. 50 veranschaulicht sind.

Zur weiteren Ableitung des Wassers diente gleichsam als Hauptsammler, der die Campagna von Nordost nach Südwest durchschneidende Kanal, die fossa Cluilia.

Die älteste römische Beschreibung einer Drainage mittelst konisch in einander geschobener Röhren findet sich, wie hier eingeschaltet werden möge, in einem Werke „de aquae ductibus" des Schriftstellers Rutilius Taurus Aemilianus Palladius (2. oder 4. Jahrhundert n. Chr.).

Auch bei Alatri, dem durch die antike Hochdruckwasserleitung des Betilienus besonders bemerkenswerthen Orte, hat man Rohrleitungen, die zu Drainirungszwecken benutzt wurden, gefunden, und zwar sind solche Drainröhren in dem nördlich von Alatri gelegenen Thale der Chiapitta-Quelle ausgegraben. De Tucci sagt nach Bassel hierüber (Nuovo Esame dei ruderi dell' Acquedotto di Betilieno presso Allatri dell ing. Pacifico di Pucci, Roma 1880):



Abb. 50.
Thönernes Drainrohr der Campagna.

„Ich veranstaltete eine Ausgrabung, um mit eigenen Augen eine so merkwürdige Thatsache zu sehen, und fand an Ort und Stelle jene enormen, noch heute in einander gereihten Röhren von 430 mm Lichtweite von grober Textur und nicht vollkommen gebrannt auf dem Boden, womit sie auch angefüllt sind, lagernd. Dies verhindert sie nicht, noch jetzt, obwohl sehr mühselig, als Ableitungskanäle zu funktioniren, welches auch der einzige denkbare Zweck gewesen sein kann, zu welchem man sie hier versenkte."

Der Censor Appius Claudius liess durch die pontinischen Sümpfe der ganzen Länge nach die via Appia hindurchführen, die hier hohe und starke Dämme erforderte. Um diese Dämme gegen den Einfluss der reissenden Bergströme zu sichern, mussten hierfür neue Betten gegraben und an passenden Stellen des Wegedammes Brücken gebaut werden. Von diesen Brücken sind heute noch drei erhalten: Tortre Ponti oder die Trajan-Brücke, Foro Appio und Ponte Maggiore.

Neben der Heerstrasse lief jedenfalls bereits damals der Hauptabzugskanal, der zur Aufnahme des gesammten Wassers der Bergströme bestimmt war und dieselben vereinigt der See zuführte.

Konsul Cethegus ist der erste, den die Geschichte nennt, der in den pontinischen Sümpfen, und zwar 160 v. Chr., umfangreiche Drainirungsarbeiten vornehmen liess. Diese Arbeiten scheinen jedoch keinen Bestand gehabt zu haben oder waren nicht sachgemäss ausgeführt, denn im Zeitalter Julius Cäsars machte sich die Nothwendigkeit der Austrocknung wiederum geltend. Julius Cäsar soll die Absicht gehabt haben, hierbei den Tiber bis Terracina zu leiten. Dieses letztere Projekt wurde bei den Arbeiten, die Augustus zur Vollendung brachte, nicht berücksichtigt, doch wurde der Hauptsammelkanal, der neben der via Appia hinlief, bis nach dem Hafen von Terracina geführt. Seine Grösse gestattete einen Verkehr von Schiffen auf demselben, und zwar mit Fahrzeugen,

die den holländischen Trekschuiten ähnlich waren. Die Beförderung mit diesen Schiffen fand gewöhnlich nachts und zwar durch vorgespannte Maulesel statt.

In der Folgezeit liessen hier Nerva und Trajan weitere Entwässerungsgräben herstellen. Der Untergang des römischen Reiches führte ein vorläufiges Ende des auf diesem Gebiete zwischen Mensch und Natur unaufhörlich erforderlichen Kampfes herbei. Erst die Päpste nahmen nach langer Unterbrechung diesen Kampf wieder auf.

Die Arbeiten an demjenigen italienischen Flusse, der im Mittelalter und auch in der Neuzeit den Schauplatz hervorragender Thaten der Ingenieure bildete, die Deichbauten und Kanäle am Po, wurden von Scaurus in Angriff genommen. Nach Strabo war das ganze Land, besonders Venetien, voll von Flüssen nnd Sümpfen. Er schreibt: „Venetien ist wie Unterägypten von Gräben und Dämmen durchzogen; ein Theil ist ausgetrocknet und wird bestellt, ein anderer ist mit Wasser bedeckt.“ Nach diesem Schriftsteller war die Niederung südlich von Placentia im Jahre 109 v. Chr. trocken gelegt worden. In diesem Theile Italiens spielten früh wasserrechtliche Fragen eine bedeutende Rolle und gaben zu zahlreichen Streitigkeiten Veranlassung. In der Sammlung der Feldmesser heisst es: „Der Po ist ein reissendes Wasser und strömt bisweilen mit solcher Gewalt, dass er sein Bett wechselt und auf weite Strecken die Grundstücke sozusagen auf das andere Ufer hinüberträgt, oft auch Inseln bildet.“ Die allgemeinen Rechtsgrundsätze über Antrieb und Anschutt wurden nach Nissen in einem auf den Po bezüglichen Gutachten eines römischen Juristen dahin modificirt, dass der Eigenthümer nur des allmählichen Abtriebs verlustig geht, dagegen bei plötzlicher Aenderung des Laufes sein Besitzrecht mit Erfolg verfechten darf. Mancher Kampf hat sich hier auf den Deichen abgespielt. Um die Gefahr des Bruches abzuwenden, wurde verschiedentlich versucht, die gegenüberliegenden Deiche anzubohren, da ein Deichbruch auf dem anderen Ufer die Gefahr von dem eigenen abwandte.

Buffon berichtet von einer Inschrift, die, auf einer Marmortafel eingegraben, sich an dem römischen Thor in Mailand befände, und auf welcher eines Stauwerkes Erwähnung gethan sei, das sich ehemals an der Brücke von Archetto befunden habe. Dasselbe sei eines der bemerkenswerthesten von den durch die Römer zu Bewässerungszwecken geschaffenen Werken gewesen. Leider giebt Buffon keine Einzelheiten über die Anlage.

Im Zusammenhange mit den Deich- und Trockenlegungsarbeiten stellte Scaurus schiffbare Kanäle vom Padus bis nach Parma her. An der Mündung theilte sich der Padus in viele Stromrinnen und Kanäle. Einer der letzteren, die Padusa oder die fossa Augusta, bildete eine Verbindung mit Ravenna.

Von Aquileja gingen Kanäle bis tief in das Land hinein. Auf diesen künstlichen Wasserstrassen wurden Wein und Oel direkt aus den verschiedenen Binnen-Ortschaften dem Meere zugeführt. Die Spuren des Canale Romano haben sich bis heute erhalten.

Von der einstigen grossen Bedeutung Aquilejas legt einerseits die Schaffung einer direkten Wegeverbindung (durch die via Flaminia und die via Aemilia) mit Rom, sowie der Umstand Beweis ab, dass fast jeder Imperator zur Verherrlichung dieser Kolonie beitrug. Hadrian liess eine Doppelstrasse vom Hafen, dem grössten der Adria, nach der Isonzabrücke bauen, um Stauungen bei dem gewaltigen Verkehr vorzubeugen.

Trotz einzelner bedeutender Leistungen muss jedoch immerhin der Ansicht Ausdruck verliehen werden, dass der Kanalbau der Römer im Vergleich mit dem auf anderen Gebieten des Ingenieurwesens von diesem Volke Geschaffenen zurücksteht.

Verschiedene bedeutende Projekte dieser Art, wie der Kanal von Korinth und der gleichfalls von Nero geplante Kanal zwischen Rom und Misenum bei Neapel kamen über das Anfangsstadium nicht hinaus. Auch die unter der Regierung Trajans beabsichtigte Herstellung einer Verbindung des Sees von Nicomedia in Bythinien (aller Wahrscheinlichkeit nach der Sabandscha-See) mit dem Meere blieb unausgeführt. Hierbei galt es einen Höhenunterschied von 40 Ellen zu überwinden (etwa 53 Pariser Fuss), und hieran scheiterte wohl die Lösung der Aufgabe. Interessant ist ein Brief, den Plinius an den Kaiser Trajan in dieser Angelegenheit schrieb und der nachstehend wiedergegeben werden mag.

Plinius schreibt: „Du befürchtest zwar, o Herr! nach Deiner grossen Vorsicht, dass der See, wenn er mit dem Flusse und folglich mit dem Meere verbunden werde, ausfliesse: allein ich glaube an Ort und Stelle entdeckt zu haben, wie man dieser Gefahr begegnen kann. Der See kann nämlich durch einen Kanal an den Fluss geleitet und doch nicht in denselben gelassen, sondern, indem man gleichsam eine Wand dazwischen lässt, zurückgehalten und getrennt werden: so erreichen wir, dass er sich nicht mit dem nahe liegenden Flusse vermischt, und dass es so gut ist, als ob er mit demselben vermischt wäre. Denn es wird sehr leicht sein, die auf dem Kanal herbeigeführten Lasten über jene dazwischen liegende sehr kurze Strecke Landes in den Fluss zu bringen. Dies wird der Fall sein, wenn es nöthig ist, doch wird es, hoffe ich, nicht nöthig sein, denn der See selbst ist sehr tief, und aus ihm strömt gegenwärtig auf die entgegengesetzte Seite ein Fluss, welcher dort abgedämmt, und wo wir wollen, ohne irgend einen Nachtheil hingeleitet werden kann. Ausserdem fallen einige Bäche in die Strecke, durch welche der Kanal geführt werden muss, welche, sorgfältig gefasst, das was der See giebt, vermehren werden. Wollte man aber den Kanal weiter fortführen, und, schmäler zusammen gehalten, mit dem Meere in Verbindung setzen, so dass das Wasser nicht in den Fluss, sondern in das Meer selbst abflösse, so wird der Gegendruck des Meeres das, was aus dem See kommt, erhalten und zurückdrängen. Wenn aber auch die Beschaffenheit des Orts nichts dergleichen gewährte, so ist es doch leicht, den Lauf des Wassers durch Schleusen zu beschränken.

Dieses aber und Anderes wird der Wasserbaumeister, welchen Du nach Deinem Versprechen senden wirst, weit gründlicher untersuchen und ausmitteln. Denn die Sache ist Deiner Grösse und Vorsorge würdig. Ich habe inzwischen dem sehr angesehenen Calpurnius Macer auf Deine Veranlassung geschrieben, dass er mir den allertüchtigsten Wasserbaumeister zusende.“

Die Antwort Trajans lautete:

„Offenbar, mein theuerster Secundus, hast Du es in Beziehung auf jenen See weder an Klugheit noch an Sorgfalt fehlen lassen, da Du so viele Vorkehrungen getroffen hast, dass er nicht Gefahr laufe auszuströmen, und doch nutzbarer für uns werde. Entscheide Dich also für das, was die Sache selbst am räthlichsten macht. Calpurnius Macer, glaube ich, wird Dich wohl mit einem Wasserbaumeister versehen, denn jene Provinzen leiden keinen Mangel an dergleichen Kunstverständigen.“

Der von Paulinus Pompejus und Lucius Vetus ins Auge gefasste Plan, eine Verbindung des Provencer Meeres mit dem Deutschen Meere zu schaffen, blieb ebenfalls unausgeführt. Dieses Werk war einerseits aus politischen Gesichtspunkten, anderseits aus Zweckmässigkeitsgründen beabsichtigt, hätte dasselbe doch eine umfangreiche Gelegenheit zur Beschäftigung der müssigen Heere gegeben. Der Plan wollte den Fluss Arar mit der Mozella durch einen Kanal verbinden, wodurch eine Verbindung der Rhône mit dem Rheine geschaffen werden sollte. Nach Hirt wurde dieses Unternehmen durch das Misstrauen des Legaten Aelius Gracilis vereitelt, indem derselbe nicht erlaubte, dass die Legion des Vetus in einer Provinz arbeitete, die nicht unter seinem Befehl stand.

Die älteste vollendete Kanalanlage der Römer ausserhalb Italiens dürfte der von Cajus Marius an der Rhônemündung hergestellte Kanal (die Fossa Mariana) sein, durch dessen Anlegung eine Umgehung der für die Schiffahrt ausserordentlich ungünstigen Mündung ermöglicht wurde.

Die Rhônemündung bildet gleich dem Nil und dem Po ein Delta. Im Alterthum hatte dieselbe jedenfalls mehr als die jetzigen beiden Arme; wie gross die Anzahl derselben war, ist jedoch unbestimmt. Die Angaben schwanken zwischen 3 und 7.

Die Vorschiebung der Mündung der Rhône ist eine ziemlich bedeutende. Städte, die früher angesehene Hafenorte waren, sind heute von aller Verbindung mit dem Meere abgeschnitten. Hierzu gehört z. B. Saint-Gilles, ein Ort, der einige Jahrhunderte hindurch ein belebter Hafenplatz war.

Um eine Flussmündung der Benutzung durch die Schiffahrt zu erhalten, giebt es zwei Mittel, die Eindeichung und die Herstellung eines Seitenkanals.

Das zweite Mittel war unter Alexander dem Grossen bei der Gründung von Alexandria in Aegypten zur Anwendung gekommen, und es fand später Anwendung an der Tibermündung und am Po (fossa Augusta) und noch später am Rhein, sodass Lenthéric glaubt, diese Methode als diejenige bezeichnen zu

können, die immer wieder von neuem von den antiken Ingenieuren angewandt wurde.

Es waren in erster Linie militärische Gründe, die Marius (101 v. Chr.) zur Herstellung des Kanals veranlassten, indem hierdurch der Transport der Kriegsmittel aller Art und der Soldaten ermöglicht wurde. Erst später führten die Einwohner von Massilia das Werk fort und vervollkommneten es. Marius trat den Kanal zur Belohnung der geleisteten Dienste in dem Feldzug in Gallien an die Massilier ab und diese legten sofort an der Mündung ein neues Emporium an. Die Spuren dieses Hafens und des Kanals selbst sind verschwunden. Trotzdem die Massilier während einiger Jahrhunderte grossen Vortheil von dem Kanal zogen, scheinen dieselben der Unterhaltung dieser

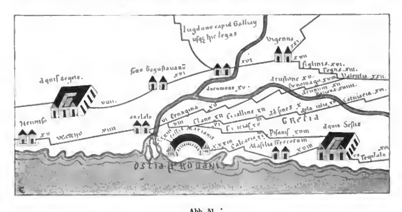


Abb. 51.
Theil der Peutingerschen Karte, die Rhônemündung darstellend.

Anlage zu wenig Aufmerksamkeit zugewandt zu haben, da er im Laufe der Zeit vollständig verschlammte. Auf dem in Abb. 51 wiedergegebenen Theil der Peutingerschen Karte, die Rhônemündung darstellend, ist dieses Emporium in Form eines Halbkreises ausgeführt.

Umfangreiche Dammbauten und wie es scheint auch Flussregulirungsarbeiten kamen durch Drusus und Paulinus Pompejus an der Maas und am Unterrhein zur Ausführung.

Wie in Aegypten und Babylonien, so bildete und bildet das Wasser für die Niederungen an der Maas, Schelde und am Rhein das belebende Element. Seitdem wir Kunde über dieses Land besitzen und bis zum heutigen Tage, war es ein Gebiet, auf dem die Wasserbauingenieure in ununterbrochener Reihenfolge Beweise ihrer Leistungsfähigkeit ablegen konnten und ablegten.

Der Boden des jetzigen Holland ist zum grössten Theil aufgeschwemmt, und es ist sicher, dass derselbe durch die Ablagerungen der hier mündenden

Ströme, des Rheins und der Maas, gebildet worden ist. Vor der eigentlichen Küste wird gegenwärtig kein Boden mehr abgesetzt, vielmehr wird der Boden, wo man denselben nicht durch kostbare Anlagen sichert, immer mehr abgerissen. Die Absetzung des Marschbodens fand nur so lange statt, als die Nordsee ein abgeschlossenes Bassin bildete, d. h. ehe die Meerenge zwischen



Abb. 52.
Die Niederlande zur Römerzeit.

Dover und Calais entstand. Nach der Tradition wurde diese Oeffnung durch die Kimbrische Fluth eröffnet, die etwa 100 bis 150 Jahre v. Chr. eingetreten sein soll.

Bis zu diesem Moment herrschten hier zweifellos ganz andere Fluthverhältnisse wie jetzt. Als die Römer in diese Gegend kamen, hatte sich der Rhein bereits bei Lobith in zwei Arme, den Rhein und die Waal, gespaltet.

Die Entstehung der Dämme, die das zum grössten Theil unter der Oberfläche des Meeres liegende Land gegen die Meeresfluthen schützten, geht in sehr frühe Zeiten zurück; bestanden doch an den Rheinmündungen bereits

vor der Eroherung Hollands durch den römischen Feldherrn Claudius Drusus im Jahre 10 v. Chr. Seedeiche.

Die Entwickelung, die hier stattfand, ist in folgender Weise zu denken. In der Sumpfebene zwischen den zahlreichen Flussarmen erhoben sich zunächst einzelne künstliche Hügel, die Wurthen, auf denen die vom Fischfang lebenden Einwohner ihre Hütten errichteten. Als die Anzahl dieser Wurthen im Laufe der Zeit grösser geworden war, wurden durch die vereinigten Bewohner Ringdeiche gebaut, die man nach und nach verstärkte.

Claudius Drusus und Paulinus Pompejus deichten das zwischen dem Rhein und der Maas liegende Land, das von den Batavern bewohnt wurde, ein und schützten es hierdurch gegen die Ueberschwemmung sowohl des Meeres als der beiden genannten Flüsse (s. Abb. 52).

Die Arbeiten begannen im Jahre 13 v. Chr. unter Drusus und endigten 60 Jahre später. Im Jahre 12 v. Chr. liess Drusus Germanicus einen Kanal von dem Rhein nach der Yssel führen, dessen Zweck die Schaffung einer schiffbaren Verbindung zwischen dem Rhein und dem Zuidersee war. Dieser Kanal nahm nach und nach an Breite und Tiefe zu, wodurch dem Rhein eine beträchtliche Wassermenge entzogen und ein wesentlicher Einfluss auf dessen Verhältnisse ausgeübt wurde. Dieselbe Wirkung hatte ein zweiter Kanal, der wahrscheinlich durch Corbulo im Jahre 51 n. Chr. hergestellt wurde. Dieser verband den Rhein mit der Waal und erhielt später den Namen Leck. Die so entstandene Rinne hat im Laufe der Zeit den ganzen Rhein aufgenommen.

Die Frage, wann und wie die Bedeichung der Ostfriesischen Marsch ausgeführt worden ist, hat bis jetzt eine bestimmte Beantwortung nicht gefunden. Die Angaben über den Zeitpunkt weichen um 400 Jahre von einander ab; einige Geschichtsforscher sind der Meinung, dass die Bedeichung im 4. Jahrhundert n. Chr., demnach noch in dem Zeitraum, welchen wir mit dem Ausdruck Alterthum belegen, ihren Anfang genommen, während andere glauben, dass dieselbe erst im 7. oder 8. Jahrhundert stattgefunden habe. Freerksen ist der Ansicht, dass vielleicht das 4. Jahrhundert als der Anfang der Umwallungsarbeiten angesehen werden kann, während das 8. Jahrhundert den Abschluss dieser Arbeiten bilde. Es ist kaum anzunehmen, dass im 4. Jahrhundert bereits das Verständniss und die Kraft zu einer so grossen gemeinsamen Arbeit vorhanden gewesen ist.

Professor Dr. Detlefsen verdanken wir eingehende Untersuchungen über die Geschichte der holsteinischen Elbmarschen, die, soweit dieselben sich auf das hier vorliegende Thema beziehen, kurz wiedergegeben werden sollen.

Die Elbe ergoss sich vor dem Vorhandensein der Marschen bei Artlenburg, etwa eine Meile unterhalb Lauenburg, in das Meer. Die Beweise für diesen Zustand bilden die dünenartigen Abhänge der holsteinischen Geest. Bei den Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Kanals wurden in der Gegend des Kudensees 23 Wirbel eines Walfisches gefunden, der sich nach diesem Ort nur verlaufen

konnte, als der Meerbusen noch mit Meerwasser gefüllt war. Während Jahrtausenden hat der Elbstrom in diesen Busen die feinen, suspendirten Theile geführt, die sich hier niederschlugen. Der Kieselpanzer der zu Grunde gegangenen Infusorien gab die werthvollsten Bestandtheile des Marschbodens ab. Die abgestorbenen mächtigen Massen von Pflanzen aller Art bildeten die Moorschichten. Derartige Moorparthien finden sich besonders am Rande der Geest. Nach der Trockenlegung sind diese Flächen zusammengesunken und liegen vielfach tiefer als das Niveau der gewöhnlichen Fluth der Elbe. Der Flussrand selbst ist ebenso wie dies für das Nilland zutrifft, durchweg der höchste Punkt, und muss daher das Uferland als das zuerst besiedelte Gebiet der Marschgegenden angesehen werden. Der Ausbau der Elbmarsch ist deshalb jedenfalls von den Flussrändern aus und nicht von der Geest her erfolgt. Von den ursprünglichen Deichen sind nur diejenigen im innern Theil der Elbmarsch erhalten, da der Elbrand ausserordentliche Veränderungen erfahren hat. Eine zusammenhängende Reihe von Dörfern, sieben Kirchen, ja selbst eine Stadt, die früher an dem Ufer des Elbstroms lag, sind in dessen Fluthen begraben.

Die ältesten Nachrichten über die rechte Seite der Elbmündung stammen aus der Zeit der Römerkriege. Römische Heere und Flotten kamen zu wiederholten Malen an den Strom, doch überschritten ihn erstere nicht.

Nach den Angaben verschiedener Schriftsteller muss angenommen werden, dass die Anschwemmungen drei Jahrhunderte später erst zu Inselbildungen geführt haben und dass früher die Elbmündung ein Delta bildete.

Die Schilderung, welche Tacitus, der in der zweiten Hälfte des 1. Jahrhunderts n. Chr. im Lande der Chauken zwischen Ems und Elbe Kriegsdienste leistete, von dem Leben der damaligen westlichen Küstenbewohner giebt, lautet folgendermassen:

„Auch im Norden habe ich die Stämme der Chauken gesehen, welche in die grossen und die kleinen eingetheilt werden. In weiter Bahn ergiesst sich dort zweimal im Verlauf eines Tages und einer Nacht der Ocean und wird ins Ungemessene vorwärts getrieben, ein wechselweise umstrittenes Gebiet der Natur bedeckend, von dem es zweifelhaft ist, ob es ein Theil des Landes oder des Meeres sei. Dort wohnt ein elendes Volk auf hohen Wurthen wie auf Bühnen, von Menschenhänden aufgeworfen nach den Erfahrungen von der Erhebung der höchsten Fluth; darauf sind ihre Hütten gesetzt; Schiffahrern gleichen sie, wenn die Wasser die Umgebung bedecken, Schiffbrüchigen aber, wenn sie zurückgewichen sind, und um ihre Strohdächer herum machen sie Jagd auf die mit dem Meere entfliehenden Fische. Ihr Loos ist, kein Vieh zu besitzen, sich nicht von Milch zu nähren wie ihre Nachbarn, nicht einmal mit wilden Thieren zu kämpfen, da Strauchwerk erst fern von ihnen vorkommt. Aus Schilf und Sumpfbinsen flechten sie sich Stricke zu Netzen, die sie den Fischen in den Weg spannen, und indem sie den mit den Händen aufgefangenen Schlamm mehr an den Winden, als an der Sonne trocknen, wärmen sie mit

der Erde ihre Speisen und den vom Nordwind starrenden Magen. Kein anderer Trunk ist da, als von Regenwasser, das in Gruben im Innern des Hauses aufbewahrt wird. Und diese Stämme sagen, wenn sie heute vom römischen Volke besiegt werden sollten, sie würden Sklaven! Ja, so ist es, viele verschont das Glück zu ihrer Strafe."

Detlefsen glaubt annehmen zu können, dass diese Schilderung auch auf die Bewohner der rechten Elbseite zutrifft.

Grimm ist der Ansicht, dass die rechte Elbseite an der Mündung schon seit dem ersten Jahrhundert nach Christi Geburt bewohnt war und zwar von drei deutschen Stämmen. Die alten Teutonen sind hiernach die Ditmarsen, die Holsaten die Charuden oder Haruden und die Stormarner die Kimbern des Alterthums.

Die ältesten Bewohner der Elbmarsch hausten ohne Zweifel auf Wurthen, und manche der von letzteren noch vorhandenen dürften ein hohes Alter besitzen. Eine beim Abtragen eines Theiles der Fahrstadter Wurth bei Marne angestellte Untersuchung hat über diese Anlage das Folgende ergeben: Der Durchschnitt der Aufschüttung zeigte eine Reihe verschiedener Schichten, woraus hervorgeht, dass die Höhe derselben erst nach und nach durch Auftragungen im Laufe der Jahrhunderte erreicht wurde.

Wir müssen nach dem Vorangegangenen annehmen, dass mit den ersten Besiedelungsversuchen der Elbmarsch zwar bereits im Alterthum begonnen wurde, dass aber zusammenhängende Deichbanten hier kaum in diesem Zeitraume schon zur Ausführung gekommen sind.

Der Herrschaft der Römer in Britannien schreibt man die Herstellung des ältesten Kanals dieses Eilandes zu. Es ist ein grosses Rinnsal, Car Dyke genannt, das vom Flusse Ness bei Peterborough in Northamptonshire nach dem Flusse Witham hinzieht. Dieser Graben ist etwa 42 englische Meilen lang und jetzt an vielen Stellen fast ausgefüllt und verwachsen. Es ist jedoch deutlich zu erkennen, dass er ursprünglich in grosser Breite und Tiefe angelegt war.

Moreton hält diesen Graben für ein unter Domitian entstandenes Werk der Römer, wofür nach M. M. v. Weber die vortreffliche Tracirung und Nivellirung des Kanals zeugt, sowie der Umstand, dass an verschiedenen Punkten jener Route Spuren römischer Niederlassungen, wie Münzen, Gefässe, ja eine komplete Töpferei gefunden worden sind.

Der Zweck dieses Kanals kann ein militärischer gewesen sein, und kann er namentlich dem Transport der Armeebedürfnisse gedient haben, jedoch ist es auch nicht unwahrscheinlich, dass er erbaut wurde, um landwirthschaftliche Produkte befördern zu können, zu jener Zeit als der Südosten Britanniens, die Provinzen Britania prima und Flavia Cäsarensis, die Kornkammer des nördlichen Galliens bildete. Dieser Kanal kann endlich zur Mithilfe als Entwässerungskanal der grossen Niederungen, Fens genannt, gedient haben, die ein fruchtbares, dem Meere abgerungenes Ackerland bilden und namentlich

in der Mitte des 17. Jahrhunderts der Schauplatz mancher hervorragenden Leistungen der Ingenieurkunst waren.

Bei einer Aufzählung der römischen Kanalanlagen darf der von Trajan hergestellte Kanal zur Verbindung der von ihm geschaffenen wahrhaft grossartigen Hafenanlage gegenüber Ostia mit dem Tiber nicht unerwähnt bleiben. Man nimmt wenigstens an, dass der jetzt Fiumicino genannte Tiberarm ein künstlich hergestellter Flusslauf ist.

Kaiser Probus (276—282 n. Chr.) schuf mit Hilfe der Soldaten in verschiedenen Gegenden Kanal- und Dammbauten. Bei den Arbeiten zur Trockenlegung der Sümpfe von Sirmium (Hauptstadt Südpannoniens, das heutige Mitrowitz, Geburtsort dieses Kaisers) stellte er viele Tausende von Soldaten bei

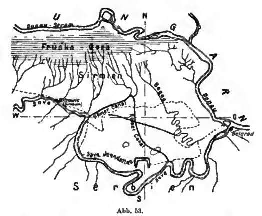


Abb. 53.
Lageplan der Hauptentwässerungskanäle der sirmischen Ebene.

den Erdarbeiten ein, die zur Herstellung der Kanäle erforderlich waren. Die Soldaten empörten sich, überfielen den Kaiser in dem Thurm, in welchen er sich geflüchtet hatte, und tödteten ihn nach Erstürmung desselben.

Die sirmische Ebene umfasst ein Gebiet von mehr als 1600 Quadratkilometern und ist durchgehends Alluvium. Sie bildet den östlichen Theil der Saveniederung und ist im Norden von der Fruška Gora, einem 200—500 m hohen Gebirge, im Osten von der Donau, im Süden und Westen von der Save und den westlichen Niederungen des Savethales begrenzt. Abb. 53 giebt diese Begrenzung wieder.

Die Inundationen dieses Gebietes werden jedoch nicht unmittelbar durch die Save, sondern vielmehr durch die Niederschlagswasser des Gebirges (der Fruška Gora), verursacht, indem diese Gewässer, wenn die Save hoch steht, keinen Abfluss finden und dann Monate lang das Land überschwemmen, wodurch jeder Anbau vernichtet und die Kommunikation gehindert wird.

Neben den vielen von der Fruška Gora herabkommenden und die Ebene durchziehenden Gebirgsbächen treten besonders zwei Gerinne hervor, die Beachtung verdienen. Das eine ist der Ueberrest eines römischen Kanals, das zweite ein natürlicher Flusslauf.

Der Römerkanal hat eine Länge von 52 km und besitzt zwei Arme. Der westliche Arm hat eine Länge von 18,8 km, der südliche eine solche von 38,2 km. Beide Arme gehen von einem Punkte aus, der etwa in der Mitte der Ebene liegt und eine erhöhte Lage gegen die Save hat, in welche beide Arme münden.

Die Abb. 54 u. 55 zeigen das Kanalprofil, wie es heute noch vorhanden ist. Abb. 54 giebt das Profil an jenen Stellen wieder, wo die Kanaltrace durch feste lettenartige Schichten schneidet, während Abb. 55 das Profil veranschaulicht, das an jenen Stellen vorhanden ist, an welchen das Terrain eine weniger günstige Bodenbeschaffenheit aufweist.

Der Zweck, welchen die Römer bei der Anordnung der Kanäle wahrscheinlich im Auge gehabt haben, dürfte der gewesen sein, durch den westlichen Kanal die vom Gebirge herabkommenden Bäche aufzufangen und der Save zuzuführen und durch den südlichen Kanal den Abfluss der weiter im Lande, im westlichen und mittleren Gebirge sich ansammelnden Gewässer zu bewirken. Die Wasserabführung aus dem östlichen Theil der Ebene dürfte durch den vorhandenen Flusslauf, den Begegbach und den Bara erfolgt sein.

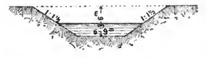


Abb. 54.
Querschnitt des Römerkanals in der sirmischen Niederung.



Abb. 55.
Querschnitt des Römerkanals in der sirmischen Niederung.

Die Frage, ob diese Kanalanlage auch Schiffahrtszwecken dienstbar gemacht worden sei, beantwortet Lederer mit Ja. Hierfür spreche insbesondere die grosse Anzahl römischer Alterthümer, die sich in den am Kanal liegenden Ortschaften vorfinden.

Als einen Beweis für die tüchtige und zweckentsprechende Lösung der hier gestellten Aufgabe durch die römischen Ingenieure führt Lederer den Umstand an, dass man nach vielen Versuchen wieder darangeht, den vor 1500 Jahren erbauten Kanal zu rekonstruiren und dass sich derselbe nach technischen Untersuchungen der Neuzeit als der zweckmässigste Abzug der Gebirgswasser herausgestellt habe.

Kaiser Galerius (gest. 311 n. Chr.) stellte in Pannonien eine Verbindung zwischen dem See Pelso und der Donau her und machte hierdurch eine grosse Fläche Landes für den Anbau tauglich.

An der Donau hatten verschiedene römische Kaiser jedoch schon früher bedeutende Wasserbauwerke hergestellt, von welchen an dieser Stelle der Arbeiten an dem Eisernen Thor Erwähnung zu thun ist.

Um diesen bedeutenden Flusslauf dem Verkehr nutzbar zu machen, schufen die Römer einen Treidel- oder Schleppweg von Regensburg bis zur unteren Donau.

Der frühe Tod verhinderte Julius Cäsar, die von ihm geplante Ausdehnung der Grenzen des römischen Reiches bis zur Donau durchzuführen. Erst unter Augustus nahm dieser Gedanke greifbare Form an. Tiberius erkannte, dass die Anlegung einer Strasse längs dem rechten Ufer der Donau von ausserordentlicher Bedeutung für die Kriegsoperationen zur Eroberung Daciens sein müsste, welche Strasse denn auch in den Jahren 33 und 34 n. Chr. von Sirmium nach Unter-Mösien zur Ausführung kam. Diese Tiberiusstrasse wurde von den Kaisern Trajan, Vespasian und Domitian ergänzt und verbessert.

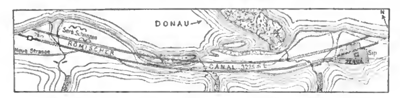


Abb. 56.
Römischer Kanal am Eisernen Thor.

Die Absicht Trajans, die Grenzen des römischen Reiches bis zu den Karpathen und durch die Besetzung Siebenbürgens und der rumänischen Tiefebene bis zum Schwarzen Meere auszudehnen, liess ihn über die Donau eine Anzahl Schiffsbrücken und eine ständige Brücke herstellen, die im Kapitel „Brückenbau“ näher zu beschreiben sein wird.

Dem unbehinderten Schiffsverkehr auf der Donau stellten jedoch die Verhältnisse am Eisernen Thor Hindernisse in den Weg, indem derselbe an dieser Stelle bei niedrigem Wasserstande unmöglich war, da der Felsengrund alsdann in ganzer Breite die Durchfahrt sperrte. Es wurde daher beschlossen, das Felsenbett zu umgehen, und auf dem rechten Ufer, unterhalb dieses Katarakts, begann man mit riesenhafter Arbeit einen Kanal bis dahin zu bauen, wo der Katarakt sein Ende erreicht hat. Die Ruinen dieses Werkes sind heute noch vorhanden. Es dürfte durch die Barbaren während der Völkerwanderung zerstört worden sein.

Die Länge dieses Kanals (Abb. 56) dürfte etwa 3,2 km betragen haben. Er war in flachem Bogen längs des rechten Flussufers geführt. Nahe am unteren Ende wurde das Thal des dort in die Donau sich ergiessenden Baches durch eine Steinmauer abgesperrt, damit das von diesem Bache mit-

geführte Gerölle nicht in den Kanal gelangen konnte. Das Wasser des Baches wurde zum Theil durch einen Kanalarm abgeleitet, um hierdurch das gleichmässige Fliessen in dem künstlichen Stromkanal nicht ungünstig zu beeinflussen. Die Breite dieses Kanals dürfte in der Sohle 57 m betragen haben. Die Höhe der an demselben aufgeworfenen Dämme war 14 m, die Breite derselben an der Sohle nach Kanitz angeblich 10 m (?), der Abstand der Dammkronen von einander 76 m. Zum Schutze dieses Kanals wurden an dem westlichen und östlichen Ende Kastelle erbaut.

Der Leiter der modernen Arbeiten an dieser Stelle, Béla v. Gonda, führt als einen Beweis, dass die Römer bereits die Frage der Regulirung des Eisernen Thors richtig aufgefasst haben, den Umstand an, dass auch die heutige entwickelte Technik mit ihren zahlreichen Behelfen nur die römischen Spuren verfolgt hat, da sie den Katarakt gleichfalls durch den Bau eines Kanals auf dem rechten Ufer umging.

Bei den übrigen Katarakten finden sich keine Spuren, dass dort die Römer durch irgendwelche Stromarbeiten die Schiffahrtshindernisse zu beseitigen versucht haben. Sie legten hier ihre Strassen in der kunstvollen Weise an, die später noch zu schildern sein wird. Inschriften an dieser Stelle bewahrten länger als ein Jahrtausend das Andenken an die hier vollbrachten glänzenden Leistungen der römischen Ingenieure.

Neuerdings hat Kreuter den Bericht über die Existenz eines einstigen römischen Umgebungskanals am Eisernen Thor als Sage bezeichnet. Er stützt diese Ansicht auf das Fehlen von Ueberresten, welche mit Sicherheit auf einen Kanal schliessen lassen. Die vorhandenen Spuren hält er für die Ueberreste einer Strasse und ist der Meinung, dass die Römer niemals so aufs Gerathewohl bei ihren Ingenieurbauten vorgegangen wären, wie es in dem vorliegenden Falle hätte geschehen müssen. Auch betont Kreuter, dass, wie auch v. Gonda angiebt, die geschichtlichen Quellen von einem Kanal nichts erwähnten.

Diesen Anschauungen gegenüber kann vorläufig nur darauf hingewiesen werden, dass eine derartige Arbeit wohl den Römern zuzutrauen und dass keinerlei Ursache vorhanden ist, anzunehmen, dass ein solches Werk ohne Plan und Ziel hätte in Angriff genommen werden müssen.

Das römische Vermessungswesen hat bei dem auf das Praktische gerichteten Sinn der Römer eine weitgehende Ausbildung erlangt. Da den römischen Machthabern die Kenntniss, wie viel Flächeninhalt das bebaute Ackerland eines Stadtgebietes umfasste, oder welchen Ertrag Wald und Wiese gewährten, besonders wissenswerth war, so erfuhr das Vermessungswesen eine starke Förderung. Ein deutliches Bild seiner Entwicklung geben die Schriften der römischen Feldmesser, in denen alle Einzelheiten eingehend behandelt werden. Sie geben Kunde davon, wie die Anlage einer Stadt geschah, auf welchen Punkt bei Betrachtung des Städtebaues zurückzukommen sein wird, sie schildern die Art der Vertheilung des Bodens innerhalb und ausserhalb der Stadtmauern,

sie berichten über die Scheidung von Privat- und Gemeindeland und zeigen die Ausbildungsweise und die Art der Geschäftsführung des römischen Geometers; sie enthalten neben Specialbeschreibungen von Staatsvermessungen aus den amtlichen Plänen und Flurkarten des Reichsarchivs arithmetische, geometrische, statistische und technische Einzelheiten. An dieser Stelle ist es nur möglich, auf die Hauptpunkte dieser Schriften, deren Entstehungszeit unbestimmt ist, einzugehen.

Als die Hauptvertreter dieses Faches sind Balbus, Frontinus, Hyginus und Siculus Flaccus zu nennen.

Im gesammten Vermessungswesen spielt die Grenze eine wichtige Rolle und so möge zunächst das in jenen Schriften über das Wesen, die Bedeutung und die Bezeichnung der Grenze Gesagte wiedergegeben werden.

Die Grenze ist hiernach der Saum der aneinanderhängenden und gleichartigen Oberfläche eines als Ganzes angenommenen Stückes, bei welcher Hoheit, Eigenthum und Besitz enden und wenden sollen. Von der grösseren äusseren, völker- und staatsrechtlichen Grenze ist die innere privatrechtliche zu unterscheiden.

Da durch die Grenze Eigenthum und Besitz an Grund und Boden bestimmt wird, so ist bei jeder Rechts- und Besitzübertragung, sowie nach jedem Grenzstreit eine Grenzanweisung erforderlich. Die Grenze bedarf einer doppelten Sicherung und zwar gegen die Macht der Elemente und gegen die Bosheit und Gewalt der Menschen.

Die Bezeichnung, durch welche der Grenzzug, soweit dies von den natürlichen Verhältnissen bedingt war, kenntlich gemacht wurde, nannten die römischen Geometer — die Agrimensoren — observatio, die Zeichen selbst hiessen observabiliae. Gegen die menschliche Willkür schuf der besondere Grenzfriede Abhilfe. Bereits frühzeitig war der Grenzfriede von grosser Wichtigkeit und Bedeutung, enthielt er doch den Keim rechtlicher Ordnung in der Beherrschung von Grund und Boden und reihte sich doch an denselben der Anfang der Gemeinde- und Staatenbildung. Im vorrömischen Italien entstand der Grenzfriede infolge religiöser Einflüsse, seine Einführung reicht über die Anfänge der Geschichte hinaus. In Rom schrieb man dieselbe Numa zu. Dem Grenzbegriff wurde göttliches Wesen und Persönlichkeit beigelegt. Die Grenzbestimmung fand im Zusammenhang mit einem Opfermahl statt, bei welchem die den Grenzfrieden schliessenden Nachbarn die Tischgenossen bildeten. Der zur Bezeichnung der Grenze dienende Stein wurde gesalbt, gekrönt und beräuchert. Im Beisein der Anlieger wurde er auf das bestimmte Lager, welches Knochenreste, Blut und die Kohlenreste des Opferfeuers enthielt, gesetzt. Dem künftigen Friedensrichter sollten diese Reste dereinst als sicheres Erkennungszeichen dienen. Das Mahl wurde an einem bequem belegenen Orte, in der Nähe und im Schatten des Malbaumes an einem Opfertisch von Holz oder Stein eingenommen. In älterer Zeit pflegten jährlich Ambarvalien der Nachbarn stattzufinden, in späterer Zeit traten an

Stelle dieser, gleichsam als sichtbare Beurkundung des geschlossenen Grenzfriedens dienenden Feste, Protokolle, in welchen der Grenzzug genau von Punkt zu Punkt beschrieben war. Diese Protokolle bezeichnete man mit dem Ausdruck pagum.

Frühzeitig wurden bereits Grundrisse der Besitzungen angefertigt, doch besassen dieselben als einseitige Akte keine beweisende Kraft gegen den Nachbarn.

Die Hauptbedeutung dieser ländlichen Feste und der durch sie geschlossenen Verträge lag in dem Umstande, dass durch diese Vereinbarung die Genossen in ein festeres Verhältniss zu einander traten, gleichsam in einen Gemeindeverband zusammengezogen wurden. Der Name für eine solche Bauerngenossenschaft war pagus, die Gemeindemitglieder hiessen pagani. Die in jenem Zeitraume stattfindende Völkerbewegung mit ihren zahlreichen Kämpfen machte das Bedürfniss nach einem gemeinsamen Schutze besonders fühlbar und führte zur Bildung von Kommunalverbänden und Stadtgebieten (res publicae, civitates), aus welchen sich wiederum Eidgenossenschaften herausbildeten, die eine kräftigere Handhabung des Landfriedens gewährleisteten.

Die Orte, die als Malstätten dienten, an welchen die Volksversammlungen stattfanden und woselbst die Märkte und Gerichte abgehalten wurden, erlangten naturgemäss eine erhöhte Bedeutung.

Bereits oben war bemerkt, dass dem Grenzstein göttliches Wesen beigelegt wurde, es entsprang aus demselben infolge der geistlichen Kraft der Konsekration und der politischen Verbindungen der Jupiter terminalis, jener Gott, mit dessen Heimsuchung die etruskischen Haruspices die Grenzfrevler schreckten, indem sie auf diese Seuchen, Wunden, Erdbeben, Hagel, Dürre und Misswachs herabbeschworen.

Nach einem Gesetze Numas war der Frevler, welcher einen Grenzstein umgepflügt hatte, sammt den Pflugstieren dem Gotte verfallen.

In späterer Zeit traten für Grenzverletzungen Geldstrafen ein, die Magistrate hatten dafür Sorge zu tragen, dass die fehlenden Grenzsteine durch die Eigenthümer wiederhergestellt wurden.

Wer Grenzsteine wissentlich und in böser Absicht versetzt hatte, musste für jeden Stein der Gemeindekasse 5000 Sesterzen (circa 750 Mark) zahlen. Der Gerichtsvorstand hatte das Recht, die Strafe durch Personalarrest oder Auspfändung von dem Verurtheilten ohne Aufschub beizutreiben.

Das Gesetz Hadrians aus dem Jahre 140 unterschied vier Fälle der Grenzverletzung.

Der erste Fall betrifft die Entwendung eines Grenzsteines, dessen Bedeutung der Thäter jedoch nicht kannte. Für dieses Vergehen trat körperliche Züchtigung, die Strafe des qualificirten Diebstahls, ein. Im Falle durch die Vertilgung der Grenzmale eine Aneignung des benachbarten Ackers beabsichtigt war, wurde auf Verbannung, deren Dauer sich nach dem Alter des Thäters richtete, erkannt.

Wollte der Thäter jedoch nur einem Anderen einen Dienst leisten, so wurde er auf zwei bis drei Jahre zu öffentlichen Arbeiten verurtheilt. Ein Sklave, der nicht auf Befehl des Herrn handelte, erhielt Bergwerksarbeit. — Der vierte Fall betraf die Ausrottung der Grenzbäume oder die Aufhebung der Kulturverschiedenheit, um hierdurch die Grenze, welche Wald und Feld, Acker und Wiese von einander trennte, zu verwischen.

Die alten Landwehren der arcifinischen Territorien, d. h. derjenigen Ländereien, welche keine geraden Begrenzungslinien besassen, waren entweder reine Naturgrenzen, gemischte Grenzen, d. h. Naturgrenzen mit menschlicher Nachhilfe oder reine Kunstgrenzen.

Die alten Grenzmerkmale, die Malbäume, Sümpfe, Raine wurden im Laufe der Zeit immer mehr verdrängt, an ihre Stelle traten bei neuen Vermarkungen immer ausschliesslicher die neuen Grenzzeichen, die Termini, die immer künstlicher, genauer und mannigfaltiger gestaltet wurden.

Unter den in früherer Zeit als Grenz-, Mal- oder Lochbäume bezeichneten, einzeln stehenden Bäumen, welche zur Bestimmung der Grenze gedient hatten und denen als heilige Bäume der heidnische Baumkultus Lampen anzündete und Wein schenkte, unterschied man dreierlei Arten:

1. Verschonte Bäume, von denen weder Laub zum Viehfutter, noch Nutzholz, noch Brennholz genommen werden durfte und die bei ihrem Eingehen gemeinschaftlich und nach gegenseitiger Uebereinkunft ersetzt werden mussten.
2. Gezeichnete Bäume. Die Zeichen wurden entweder durch Axthiebe hergestellt und vernarben gelassen oder sie bestanden in Löchern, in welche Holzzapfen gesteckt wurden. Befand sich der nächste Grenzpunkt an einem grösseren Wasser, so liess man Blei ein. Bäume an einem Winkel erhielten ein Gamma, Bäume an einem Kreuzwege ein Kreuz oder eine römische Zehn. Auf der inneren Eigenthumsgrenze zwischen zwei Aeckern bekamen sämmtliche Bäume innerhalb der üblichen fünffüssigen Grenzstreifen Kennzeichen, die mittleren, hart auf der Grenze stehenden von beiden Seiten, die übrigen auf der dem Eigenthümer abgekehrten.
3. Besondere Baumgattungen, besonders Ulmen, sodann Pinien, Cypressen, Oelbäume, Pappeln, Mandeln, Datteln, Quitten.

An Einfriedigungen unterschied man vier Arten: lebendige Hecken, Zäune, Wälle und Gräben, Erd-, Backstein- oder Feldsteinhaufen.

Wege dienten nur in den seltensten Fällen als Grenzen.

Die vollständige Entwicklung der neueren Grenzzeichen, der Termini, fand unter den Imperatoren statt. In holzreichen oder steinarmen Gegenden verwandte man Pflöcke von Eichen, Steineichen, Oelbäumen, Wachholdern. Um dieselben vor dem Verwittern zu schützen, überzog man sie mit Pech. Nach ihrer Versetzung blieben die Pflöcke entweder frei oder wurden mit Erde überdeckt.

Bei der Wahl steinerner Marken richtete man sein Augenmerk besonders darauf, dass das Material derselben von den einheimischen Feldsteinen abstach, man wählte daher farbige ausländische oder gebrannte Steine. Die Grösse der Grenzsteine richtete sich nach der Wichtigkeit der zu bezeichnenden Grenze. Landes-, Territorial- und Gerichtsgrenzen wurden vielfach durch Säulen markirt. Ecksteine pflegten besonders gross zu sein.

Die Agrimensoren unterschieden an jedem Terminus die Front, den Fuss und die Seiten. Neben dreieckigen Steinen fanden sich Parallelogramme, Rhomben, Rhomboide, Trapeze, Trapezoide, Polygone. Auch Grenzsteine in Form von Urnen kamen vor. Die Grenzsteine wurden mit verborgenen oder offenen Zeichen versehen, den letzteren war eine besondere Künstlichkeit eigen. Die geheimen Zeichen wurden unter den Stein in das Lager gelegt (in Deutschland heissen sie Geheimniss, Zeichen, Belag, Beilage, Eier, Junge, Loos oder Markzeichen). Bei den Römern wurde die geheime Bezeichnung durch Kalk, Gips, Kohle, Glasscherben, Asche, Topfscherben, Denare und andere Münzen gebildet. Bei den von der römischen Regierung angeordneten Vermarkungen waren keine geheimen Zeichen vorgeschrieben, der Gebrauch derselben war daher ein willkürlicher und hieraus erklärt sich, dass der Mangel derselben nichts gegen die Eigenschaft der Marksteine bewies.

Die offenen Merkmale bestanden in Inschriften, Buchstaben oder Zeichen, nur Grenzsäulen pflegte man mit Inschriften zu versehen. Die Bedeutung der einzelnen Buchstaben wurde in den Vermarkungsprotokollen erläutert. Die verschiedenen Zeichen hatten eine bestimmte Bedeutung, so wiesen z. B. Kreuze auf einen in der Nähe befindlichen Kreuzweg hin.

Nachdem vorstehend die römische Auffassung des Grenzbegriffes wiedergegeben und die Bezeichnungsweise der Grenzen vorgeführt worden ist, möge nunmehr das Rechtsverhältniss und die Arten der zur Vermessung gelangenden Ländereien näher erläutert werden.

Man unterschied zunächst Arcifinien und Territorien.

Ein arcifinius ager war ein Gebiet, welches keine geraden Linien der Begrenzung, wie solche die Kolonien erhielten, besass, sondern noch die unregelmässigen Grenzen, die durch Widerstand oder Uebereinkunft unter den noch selbständigen Republiken des alten Italiens in vorrömischer Zeit entstanden waren, bewahrt hatte. Diese Grenzen beruhten nicht auf einem römischen Staatsakt, sondern auf alten Sühneverträgen und Friedensschlüssen der Nachbargemeinden. Ueber die arcifinischen Gebiete konnte es daher keine Karten mit öffentlichem Glauben, sondern nur Protokolle und Privatpläne der Betheiligten geben.

Einzelne der alten Staaten (z. B. der Staat der Etrusker) hatten bereits vor ihrer Einverleibung in den römischen Staatskörper Landanweisungen vorgenommen. Je nachdem nun die Einverleibung mittelst eines völkerrechtlichen Vertrages oder durch Gewalt erfolgt war, wurden die bereits vorhandenen Limitationen geachtet oder zerstört.

Unter Territorium verstand man die Gesammtbeit der Grundstücke innerhalb der Grenzen einer Gemeinde.

Die Landgebiete im römischen Reiche wiesen, wie sich leicht denken lässt, grosse Rechtsverschiedenheiten auf. Das civile Grenzrecht kannte drei Verschiedenheiten in Bezug auf die Art der Vermessung: die staatsrechtlich-gromatische, die privatrechtliche, die landwirthschaftliche.

Staatsrechtlich und gromatisch konnte ein Gebiet entweder aufgetheilt, nur vermessen oder auch keines von beiden sein.

Die Auftheilung und Vermessung war ein Staatsakt, und genossen die Karten als amtliche, von den geschworenen Feldmessern der Regierung aufgenommene Urkunden öffentlichen Glauben.

Beruhten die Grenzverhältnisse nur auf Verträgen zwischen den Gemeinden oder Einzelnen, so waren dieselben als Privatzeugnisse in eigener Sache ohne Beweiskraft.

Nur bei den beiden ersten Klassen (aufgetheilte und vermessene Gebiete), wo ein Durch- oder Abschneiden durch unveränderliche, mathematische Linien erfolgte, konnten Schnitzel und Reste entstehen, was bei arcifinischem Lande selbstverständlich unmöglich war.

Die mathematischen Linien der Begrenzung schlossen die Möglichkeit einer Grenzänderung durch Wasserlauf (Alluvium, Inseln, Flussbett) aus.

Frontin erkannte als aufgetheiltes Land nur die Kolonialgebiete an.

Die römischen Kolonien unterschieden sich wesentlich von denjenigen des neueren Europas. Dieselben folgten der Eroberung auf dem Fusse und waren Staatsfestungen, durch welche das Gewonnene gesichert werden sollte, sie waren ein Abbild der Mutterstadt und bestimmt, die durch Kriege verminderte alte Bevölkerung durch eine neue römische zu ersetzen. Eine Kolonie nannten die Römer einen persönlichen Staats- und Heertheil, welcher in Gemässheit eines öffentlichen Beschlusses in einen festen Platz hinausgeführt und daselbst als eine Tochtergemeinde Roms nach bestimmten Rechtsanordnungen angesiedelt wurde. Die Anlage erfolgte daher auch ganz in der gleichen Weise, wie sie für die Gründung einer urbs in den alten etruskischen Ritualbüchern vorgeschrieben war, wenigstens hatte sich das Wesentlichste dieses Rituals bei der Gründung römischer Kolonien bis in die dritte Periode erhalten. Hierauf wird in dem Kapitel „Städtebau“ näher einzugehen sein. Auch die Absteckung des Lagers erfolgte nach genau aufgestellten Regeln, die sich an jene anlehnten, die für die Absteckung einer Kolonie als Stadt galten.

In derselben Weise wie eine Stadt gegründet, wurde sie auch zerstört, d. h. durch Umpflügen zu Ackerland. Dieses Umpflügen zu Ackerland geschah per strigas et scamnas, wobei strigae die Furchen, scamnae die bei fehlerhaftem Pflügen unberührt gebliebenen Bänke zwischen zwei Furchen bedeuten. Die Strigation bildete das Umgekehrte der Centuration. Unter Centuration verstand man die Zertheilung des Bodens in centuriae, d. h. in Quadrate von

100 sortes oder herediae. Diese Zerschneidung erfolgte durch Längen- und Querlinien in Kreuzform. Die urkundliche Beglaubigung dieses Staatsaktes wurde auf Holztafeln, später auf solche von Erz oder Pergament verzeichnet. Neben den quadratischen Formen konnte ein Koloniegebiet jedoch auch längliche Vierecke aufweisen. Die Bezeichnung für diese Ackerbeete war strigae, wenn es Längsstreifen, scamnae, wenn es Querstreifen waren. Boden, welcher in der einen oder der anderen Richtung gestreift war, wurde daher scamna oder strigatus genannt. Der Längenbegriff war durch die Richtung von Norden nach Süden, der der Breite durch die Richtung von Westen nach Osten bestimmt.

Die Centuration, sowie die Strigation und Scamnation kommen jedoch in zwei weiteren Anwendungen vor und zwar bei der Lagerabsteckung, welche die militärische Seite der Gromatik bildete, und in Bezug auf den steuerpflichtigen, arcifinischen Provinzialboden, an welchem der Staat das Eigenthum, der Einzelne nur eine mit Tribut belastete Privatbenutzung hatte. Letzteres Land konnte daher nur missbräuchlich von den Agrimensoren in Centurienform vermessen werden, da eine vorangegangene Centuration bei demselben nicht angängig war. Eine Vermessung im Ganzen ohne Auftheilung kam in drei Anwendungen vor und zwar bei der Unterordnung eines Gemeindewesens unter ein anderes, zur Erhaltung der geistlichen Güter der römischen Priesterkollegien und zwecks Erhaltung der Staatsdomänen.

Der erste Fall trat hauptsächlich in den Provinzen zur Erzielung einer Vereinfachung der Justiz- und der Steuerverwaltung ein. Durch diese Einrichtung wurde die Bildung grösserer Gemeinden beabsichtigt, welche das auf sie fallende Tributum auf die sämmtlichen ihnen zugelegten Ortschaften vertheilen und dann in einer Summe entrichten mussten. Die Attribution war ein Staatsakt, die über denselben aufgenommene Karte hatte daher volle Beweiskraft.

Die im Besitz der römischen Priesterkollegien, sowie der Vestalinnen befindlichen Ländereien waren selbst noch in der dritten Periode in Italien überaus umfangreich. Soweit dieselben nicht zu gottesdienstlichen Zwecken benutzt werden mussten, wie die Tempel und Haine, wurden sie in ein- bis fünfjährige Zeitpacht oder auch in Erbpacht gegeben. Die hier in Frage kommenden Ländereien sind wahrscheinlich unter Augustus vermessen worden. Wenn die betreffenden Urkunden auch nach allgemeinen Grundsätzen als Privatakte aufzufassen waren, so hatten sie doch öffentlichen Glauben, da die Vermessung unter öffentlicher Autorität erfolgt war und die Besitzungen der römischen Priesterkollegien den Staatsdomänen gleichstanden. Die provinziellen Priesterkollegien konnten eine gleiche Sicherheit höchstens durch eine rechtskräftige Sentenz erreichen. Dieselbe galt jedoch immer nur unter den Parteien und hatte keinen öffentlichen Glauben.

Die Vermessung der römischen Domänen war zwar mit einer Theilung in laterculi (Quadratform), aber nicht mit einer persönlichen Auftheilung an

Einzelne oder Heeresabtheilungen verbunden. Der Zweck der Vermessung derselben, welche namentlich unter Vespasian mit grosser Sorgfalt zur Ausführung kam, war darauf gerichtet, diese Güter den Okkupationen Privater zu entziehen und sie dem Staate zu erhalten.

Dass das arcifinische Land ungetheilt und unvermessen blieb, ist nach dem bereits früher Gesagten selbstverständlich.

Diese Landgattung umfasste in der dritten Periode:

1. die noch übrigen, in der Hauptsache aus einigen Forsten bestehenden Domänen der römischen Republik,
2. die Forsten und Domänen des Kaisers,
3. die Forsten und Waldgüter römischer Edlen in Italien und den Provinzen,
4. die steuerpflichtigen Privatbesitzungen des Volkes wie des Kaisers in den Provinzen,
5. die Territorien der Bruderstädte in Italien nnd den Provinzen und
6. die Gebiete der peregrinischen Civitates in den Provinzen.

Die arcifinischen Ländereien erfuhren eine stete Verminderung und Vermehrung. Die Verminderung wurde verursacht durch die fortwährende Gründung von Kolonien, durch die zur Sicherung theils der Grenzen, theils der Steuern vorgenommenen Strigationen der steuerpflichtigen Provinzialpossessionen und durch die besonders von Vespasian angeordnete Vermessung der Domänen.

Eine Vermehrung erfuhr das formlose Land durch die Verwilderung innerhalb der Limitationen, in welchen durch Kauf und Tausch bei dem Mangel geschlossener Hufen wenigstens arcifinische Privatgrenzen entstehen konnten.

In privatrechtlicher Beziehung war der Grund nnd Boden entweder Privateigenthum, Gemeindeland oder gemischten Rechts.

Dasjenige Land, welches seitens des Staates oder einer Gemeinde durch eine wahre Veräusserung und Auftheilung von dem Staats- oder Gemeindeland vollständig ausgeschieden und den Geschlechtern erb- und eigenthümlich überlassen war, befand sich im Privateigenthum.

Im freien Staats- oder Gemeindeeigenthum stand der ager publicus. Derselbe konnte weder veräussert, noch zu festem Privatbesitz überlassen werden. Die Einziehung stand jederzeit dem Staat oder der Gemeinde zu. Dieser Theil des Staatseigenthums befand sich entweder im öffentlichen (zu weltlichen oder religiösen Zwecken des Gemeinwesens) oder Privatgebrauch.

Die Privatnutzung war entweder eine gemeinschaftliche oder ausschliessende. Bürgerwaldungen und Gemeindeweiden standen z. B. im gemeinsamen Gebrauch.

Diejenigen agri publici, deren Besitznahme dem Einzelnen gestattet war, standen dagegen in ausschliesslicher Privatnutzung. In früheren Zeiten war das Okkupationsrecht ein schrankenloses gewesen, und der siegende Feldherr

pflegte jeden durch ein Edikt dazu einzuladen. Einige Schriftsteller berichten von ganzen Provinzen, welche sich im Besitze weniger grosser Herren befunden hätten.

Durch das Licinische Gesetz wurde das Mass der Okkupation auf das Maximum beschränkt, welches ein Einzelner bebauen konnte.

Durch die Lex Thoria wurde das Mass auf 30 Iugera vermindert. Unter Domitian verlor die Okkupation in Italien ihren rechtlich erlaubten Gegenstand, nur in den Provinzen an der Militärgrenze kam dieselbe noch in der vierten Periode vor.

In dem gemischten Verhältniss befand sich dasjenige Staats- oder Gemeinland, welches der Staat oder die Gemeinde ohne Veräusserung zu erblichem Privatbesitz verliehen hatte. Von diesem Lande blieb zwar der Staat Eigenthümer, aber er leistete Verzicht auf die Einziehung, und zwar wurde der Verzicht bedingt oder unbedingt geleistet.

Die landwirthschaftliche Verschiedenheit, die dritte und letzte Verschiedenheit, welche das civile Grenzrecht kannte, kam für folgende drei Fälle in Frage:

1. bei Ermittelung der Grenzen durch Verschiedenheit des Anbaues,
2. bei Anlage einer Kolonie, wo sie auf das Mass des einzelnen Looses Einfluss hatte und
3. bei stipendiarischen Stadtgebieten, im Falle die ursprünglich festgesetzte Fruchtquote durch Abschätzung des Bodens auf Geldabgaben reducirt werden sollte.

Die für letzteren Zweck festgesetzten Bonitirungsklassen unterschieden z. B. in Pannonien: Ackerboden erster Klasse, zweiter Klasse, Wiese, Mastwald, gemeiner Wald zu Holzhieb und Weide. Die für jedes Iugerum in jeder Klasse festgesetzte Grundsteuer hing von dem Ertrage ab. Um zu ermitteln, ob die Zahl der Iugera mit der vom Besitzer angegebenen übereinstimmte, musste also jede geschätzte Klasse für sich gemessen werden.

Wie bereits aus dem Vorangegangenen hervorgeht, war die Thätigkeit der römischen Agrimensoren eine sehr umfassende, und es dürfte daher von Interesse sein, zunächst darauf einzugehen, in welcher Weise die Vorbildung derselben erfolgte und welche Stellung sie im römischen Staate einnahmen.

Agrimensoren und Juristen hatten insoweit eine gleichartige Vorbereitung, als dieselbe sich in eine praktische und eine theoretische schied. Der Gromatiker erhielt die erstere, so lange der Staat noch Kriegszüge ausführte und Kolonien schuf, im Gefolge der Imperatoren, in späterer Zeit erfolgte dieselbe durch praktische Erörterungen und Aufgaben aus gromatischen Pandekten auf der Schule. Nach Livius hatte die patricische Jugend der Republik ihre kriegswissenschaftlichen und gromatischen Kenntnisse aus Uebertragungen geschöpft, welche den Ritualbüchern der Etrusker entnommen waren. Erst Frontinus legte durch seine Schriften den Grund zu einem wissenschaftlichen Unterricht in der Gromatik.

Während der ganzen städtischen Periode besass Rom weder eine Staatsanstalt für die Ausbildung der Feldmesser noch für die Ausführung von öffentlichen Vermessungen und Vermarkungen. Die Gromatik war ursprünglich eine freie Kunst, gleichwie die Rechtskunde. Dieselbe wurde von Freien ohne vorangegangene Prüfung wissenschaftlich, von Sklaven praktisch geübt. Erst in späterer Zeit wurde für Leistungen auf diesem Gebiete ein honorarium gegeben. Der Name für einen frei gewählten Feldmesser war finitor, der Name mensor dürfte vielleicht erst unter Julian eingeführt worden sein. Eine vollständige Aenderung in der Stellung der Vertreter der Feldmesskunst trat unter dem Principat ein. Für die Absteckung des Lagers, der Militärkolonien, für die Bildung von Municipien, sowie für die Festsetzung der Grundsteuern wurden unter den Imperatoren Techniker im Generalstabe oder als Regierungsfeldmesser angestellt. Zu Polybius Zeiten erfolgte die Absteckung des Lagers durch einen Tribunen mit Unterstützung einiger Centurionen; Cäsar sandte noch im gallischen Kriege zu dem genannten Zwecke einige Centurionen voraus, unter Antonius aber wurde die Lagerabsteckung bereits als fester Beruf durch einen peritus metator et callidus betrieben.

Neben den Bezeichnungen, welche der betriebenen Kunst oder den hierzu erforderlichen Werkzeugen entlehnt waren, führten diese Mensoren, welche bleibend im Dienste der Regierung angestellt waren, den besonderen Namen togati Augustorum und auctores. Von den Geometern wurde weder eine juristische noch eine militärische Ausbildung verlangt, auch wurden vielfach Militärpersonen zu bürgerlichen Vermessungen verwandt, es lag jedoch in der Natur der Sache, dass die Geometer eine genügende theoretische und praktische Kenntniss ihres Berufes sich erwerben mussten. Nur wer diese Kenntniss durch eine Staatsprüfung nachgewiesen, konnte auf eine Anstellung rechnen. Ausgezeichneten Auctoren pflegte das Perfectissimat ertheilt zu worden.

Die gewöhnlichen Reise- und Hoffouriere (mensores nostri) sind nicht mit den Agrimensoren zu verwechseln, bildeten vielmehr eine untergeordnete Klasse der Hofdienerschaft.

Einigen Einblick in die Art der Unterweisung der angehenden Feldmesser gestatten die durch langen Schulgebrauch am stärksten mitgenommenen Theile der Feldmessersammlung, in welchen die Vertheilung eines Berges unter die Loose der Ebene und einige weitere Einzelheiten behandelt sind. Die hierauf bezüglichen Erläuterungen wurden beim Unterricht in der Weise benutzt, dass die Schüler zu den Beschreibungen des Lehrers die Zeichnungen, zu den Zeichnungen die Erklärungen liefern mussten. Auch die Hilfsmittel zum Nachschlagen werden aufgeführt.

Neben dem Bethätigungskreis der bürgerlichen Feldmesser, wie solcher sich aus dem früher Gesagten ergicht, umfasste die Thätigkeit der Agrimensoren das Beurkundungsgeschäft in unstreitigen, theils das Richteramt, die Advokatur und die sachverständige Beurtheilung in streitigen Grenzsachen. Die hervor-

ragendste Beschäftigung war die bei der Anlage von Militärkolonien, bei den Grundsteuer- und Domänenvermessungen, sowie die Theilnahme bei den Ganggerichten.

Ueber die Instrumente, deren sich die römischen Feldmesser bedienten, sowie die Art ihrer Verwendung ist das Folgende anzuführen: Bei den Vermessungen spielte die Gestalt des Kreuzes eine hervorragende Rolle. Die Kreuzesform wurde wohl nur von den ältesten Auguren mit dem Krummstabe nach Gutdünken beschrieben. Schon zu Ennius und Lucilius Zeiten bedienten sich die Auguren und Mensoren bei Messungen auf der Erde, welche auf der Kreuzesform beruhten, so namentlich bei der Gründung von Festungen und der Absteckung der Lager, eines metallenen Messinginstrumentes. Der Gebrauch desselben war den Römern von den Etruskern, diesen von den Griechen und diesen von den Babyloniern überkommen.

Der Name des Instrumentes war „stella“, derselbe rührte von der Kreuz- oder Sternform her und sollte eine gute Vorbedeutung für die aufgehende Stadt sein. Neben dieser Bezeichnung hatte sich der Ausdruck Groma eingebürgert und den Gromaticis den Namen gegeben.

Die Stella oder Groma war ein doppeltes Diopterlineal, das aus zwei rechtwinklig sich schneidenden Armen bestand, an deren Enden die Himmelsgegenden angedeutet waren.

An den vier Enden waren Perpendikel mit Gewichten angebracht, dieselben dienten dazu, das Instrument zu richten. Zur Bestimmung des Meridians bedienten sich die Feldmesser der Sonnenuhr (gnomon).

Die Groma ruhte auf einem eisernen Fussgestell.

Die gerade Richtung der auslaufenden Limites von den Kreuzpunkten aus wurde durch Visiren und Zurückvisiren mittelst Messstangen bestimmt.

War das Terrain geneigt, so ward an die Spitze der horizontalen Messruthe ein Perpendikel gebunden und auf diese Weise die horizontale Längenausdehnung gemessen.

Hindernisse, wie Gebäude, Klippen, Bäume und dergl. wurden umgangen, der Raum derselben möglichst ausgemessen. Flüsse und Thäler, welche zu übersehen waren, wurden mit Hülfe der Lehre von der Gleichheit der Dreiecke in ihrer Breitenausdehnung bestimmt.

Eine Thätigkeit der Agrimensoren auf streitigem Gebiete waren die Ganggerichte.

In diesen Streitsachen hatten die römischen Feldmesser ein zweifaches Amt auszuüben. In wichtigen Angelegenheiten dieser Art übernahmen sie die sachverständige Begutachtung, in den geringeren Streitfällen stand ihnen das Feldrichteramt selbst zu. Sowohl die Gutachten wie die Urtheile mussten eidlich bekräftigt werden. Das Beweisverfahren erfolgte durch eine Besichtigung der Grenzen an Ort und Stelle. An dem Streitorte zeigten beide Parteien, welche von ihren Freunden und Beiständen begleitet waren, dem Richter die von

ihnen beanspruchten Grenzen. Die Richter hielten Begang ab, hoben die Steine, untersuchten die offenen und geheimen Merkmale und wiesen darnach den Grenzzug an.

Der letzte nachweisbare Fall der Thätigkeit der Agrimensoren auf diesem Gebiete stammt aus der Zeit der ostgothischen Herrschaft.

Der Streit über die richtige Stellung eines Grenzsteines bildete in der Regel die Vorfrage eines Grenz- oder Eigenthumstreites.

Streitigkeiten über Flächenmafse kamen vor in Fällen der Zusicherung eines bestimmten Landmasses an einen Einzelnen oder an eine juristische Person durch eine lex colonniae oder lex contracta, sowie bei Angabe eines unrichtigen Masses in einer Profession behufs der Grundsteuer.

Der Streit über das Eigenthum, sowie der Besitzstreit konnte sich entweder auf ein angrenzendes Stück Land oder auch auf eine entlegene Pertinenz (z. B. einen Holztheil im Gebirge) beziehen. Streitfragen über Antrieb und Abtrieb, Flussinseln und verlassene Flussbette traten nur dann an die Feldmesser heran, wenn zufällig in limitirten Feldmarken ein Fluss mit assignirt oder dem Flussbett eine gewisse Breite eingeräumt war. In solchen Fällen wurde auf Grundlage der Flurkarte entschieden.

Zu den bedeutungsvollsten Arbeiten des römischen Vermessungswesens gehörte am Beginne der Kaiserzeit die Lieferung umfassender Vorarbeiten für die Anfstellung eines regelmässigen Etats.

Die geographischen Ermittelungen geschahen unter Agrippas Leitung. Die Ergebnisse wurden in eine Karte eingetragen, welche die Form einer Sphaera besass und in einer Säulenhalle in Pola Aufstellung fand. Das der Karte zu Grunde gelegte Material wurde ausserdem in einem Buche zusammengestellt.

Die Messungen betrafen die Staatsstrassen und ihre Stationen nebst deren Umgebung und wurden in Karten und Itinerarien eingetragen. Für die Ermittelung eines annähernd richtigen Grundsteuersatzes war eine methodische Landvermessung unbedingt erforderlich. Bei diesen Arbeiten wurden die zum Zwecke von Landanweisungen bereits ausgeführten Vermessungen mit benutzt. Die Ermittelungen erstreckten sich nicht nur auf die Festsetzung der Flächengrössen, sondern es fand gleichzeitig auch eine Klassificirung des Bodens statt. Bei der Aufnahme des Census wurde der Name des Grundstücks, die Kommune, zu der es gehörte, der pagus, in dem es lag, die Namen zweier Nachbarn und die Klassenart des Grundstücks verzeichnet.

Die Klasseneintheilung war die folgende: Ackerland (mit Angabe der Morgenzahl), Weinland (mit Angabe der Zahl der Weinstöcke), Oelpflanzungen (mit Angabe der Morgen- und der Baumzahl), Wiesen (mit Angabe der Morgenzahl), Forsten und, wo solche vorhanden waren, Fischereien und Salzwerke. Diese Schätzungen und Vermessungen der Grundstücke waren unter Trajan beendet.

Bei der Reichsvermessung unter Diocletian wurde ein abweichendes Verfahren beobachtet.

In jeder römischen Provinz gab es ein Centralbureau, in welchem die Vermessungsdokumente und die Censuslisten aufbewahrt wurden.

13. Spanien und das übrige Europa.

Von den übrigen europäischen Ländern besitzt Spanien seit uralten Zeiten Bewässerungsanlagen. Das noch heute in Spanien benutzte hölzerne Schöpfrad, die Noria, dürfte seinen Ursprung in entlegenen Zeiten und Ländern haben.

Die noch jetzt dem Gebrauche dienenden Bewässerungs- und Schiffahrtskanäle Spaniens verdanken dagegen ihre Entstehung fast ausnahmslos einer späteren Zeit.

Die Frage der Anlegung künstlicher Wasserbecken durch Dämme in Verbindung mit Terramaren ist bisher noch nicht mit voller Gewissheit gelöst, dieser Schöpfungen der vorgeschichtlichen Ingenieure in Europa dürfte jedoch wenigstens Erwähnung zu thun sein. Von der Forschung sind nach dieser Richtung hin sicherlich noch manche interessante Ergebnisse zu erhoffen.

14. Die Ausbildung der Flussschiffahrt.

Nach dem Stande der Forschung muss angenommen werden, dass das Schiff an verschiedenen Stellen der Erde erfunden wurde und dass zu den ältesten Benutzern dieses Transportmittels die Babylonier und Aegypter gehörten, die bereits frühzeitig zur Fortbewegung ihrer Schiffe sowohl das Ruder als das Segel benutzten und durch zwei oder mehrere schaufelförmige Ruder eine Steuerung bewirkten. Abb. 57 zeigt ein Nilschiff, nach den bei Theben gefundenen Steinornamenten. Dieses Schiff besitzt bereits einen Mastbaum, an welchem das Segel befestigt ist, sowie Takelage.

Gewöhnlich war der vordere und der hintere Schiffstheil hinsichtlich der Bauart vollständig gleich. Das Steuern geschah bei allen grösseren Schiffen durch zwei auf beiden Seiten des Schiffshintertheils angebrachte, breite Schaufelruder, doch ist es erwiesen, dass die Aegypter auch schon ein am Stern angebrachtes Steuer kannten.

Die ältesten Nachrichten über den Flussverkehr beziehen sich auf die Flüsse Babyloniens und auf den Nil. Der Nil wurde zweifellos in der Mitte des 3. Jahrtausends vor Chr. mit Last- und später wohl auch mit Kriegsschiffen befahren Aus der Zeit des Königs Mer en ra, Sohn des Königs Pepi, wird berichtet, dass sein Statthalter von Oberägypten für den Steintransport (der von Syene aus geschah) 6 breite Schiffe, 3 Schlepper, 3 Flösse und ein mit Kriegern bemanntes Schiff hatte. „Nimmer hatte sich solches begeben, dass

die Insassen weder im Lande Abhat, noch die in der Elephantenstadt ein Schiff für Krieger gezimmert hatten in den Zeiten der alten Könige, welche früher herrschten."

Ein bei Gelegenheit der Eroberung Nubiens durch den 5. König der 12. Dynastie, Usurtesen III (2220 v. Chr.), gesetzter Grundstein giebt durch seine Aufschrift Zeugniss davon, dass damals der Nil bereits gewohnheitsmässig mit Schiffen für den Waarentransport befahren wurde. Es heisst auf demselben: „Kein Neger darf diese Grenze überschreiten in Schiffen, ausser wenn sie beladen sind mit Rindern, Ziegen und Eseln, die den Negern gehören."

Die Leichtigkeit der Wasserverbindung musste naturgemäss einen grossen Schiffsverkehr im Gefolge haben, und berichtet Herodot in der That von einer sehr ausgebildeten Flussschiffahrt. Die Nilschiffer bildeten eine eigene Kaste.

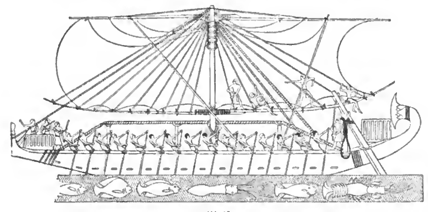


Abb. 57.
Aegyptisches Schiff.

Ausserordentlich gross war die Zahl der Barken und Lastschiffe, die den Nil bedeckten. Die Fahrt von Syene bis zum Meere dauerte 12 Tage.

Auf dem Wasserwege wurden zahlreiche der kolossalen Steine, darunter ein kleiner Tempel von 21 Ellen Länge, 14 Ellen Höhe und 8 Ellen Breite, transportirt. Dieser Monolith gelangte in 3 Jahren mit der Hilfe von 2000 Schiffern von Elephantine nach Sais.

Zur Ueberschwemmungszeit erlangte die Schiffahrt eine noch grössere Bedeutung. Zu dieser Zeit begannen die festlichen Wallfahrten und fuhren die Schiffszüge mit Gesang und Musik von Stadt zu Stadt durch das ganze Land. Hunderttausende von Aegyptern, Männer und Frauen, schwammen dann in Schiffen auf dem Wasser.

Frühzeitig erhielten bereits die einzelnen Schiffe der Nilflotte Namen. Bis zu welcher Vollendung und Pracht sich der Fluss-Schiffbau überhaupt erhob,

dürfte am besten aus der Beschreibung eines Nilschiffes des Königs Ptolemaeus Philopator (221—205 v. Chr.) hervorgehen. das den Namen „Thalamegus“ führte.

Dieses Schiff bildete einen schwimmenden Palast; die Länge betrug etwa 100 m, die Breite 14 m und die Höhe mit dem darauf errichteten Zelt nahezu 20 m. In dem mittleren Schiffsraum lagen die Säle und die Zimmer, sowie die übrigen erforderlichen Räumlichkeiten. Um das Schiff liefen an drei Seiten zwei über einander liegende Spaziergänge. Der untere Gang hatte das Aussehen eines Säulenganges, der obere war geschlossen. Die Räume waren mit Holz aus Cedern und milesischen Cypressen bekleidet. Die Beschläge und Ringe bestanden aus Kupfer, das im Feuer vergoldet war. Die Schäfte der zahlreichen Säulen waren aus Cypressenholz hergestellt, die korinthischen Kapitäle mit Elfenbein und Gold geschmückt. Die Hauptbalken waren vergoldet, die Friese wiesen ellenhohe, aus Elfenbein geschnitzte Figuren auf. Der auf dem Schiffe eingebaute Tempel der Venus war von runder Form und besass eine Kuppel. In diesem Raum war die aus Marmor angefertigte Statue der Göttin aufgestellt. Die Wände eines Raumes waren vollständig mit indischen Steinen besetzt. Der Mast hatte eine Länge von 70 Ellen, die Segel waren aus Byssus und mit einem purpurnen Saum geziert, an welchem die Taue befestigt wurden.

In Alt-Babylonien, in dem Lande Akkad und Sumir, mit den Städten Sirgula, Eridu, Larsa und Nisin, machte die Steinarmuth des Landes die Lieferung dieses Materiales aus dem Auslande (wahrscheinlich Arabien) nöthig. Man ist daher der Ansicht, dass bereits um die Mitte des 4. Jahrtausends v. Chr. im persischen Meerbusen und auf den anschliessenden Strömen, dem Euphrat und Tigris, Schiffahrt stattgefunden haben dürfte.

Ueber den Flussverkehr in vorsemitischer Periode liegen bisher wenig Mittheilungen vor, doch nimmt Hommel an, dass das Land von Strassen durchzogen war, und dass die Flüsse und grösseren Kanäle von Schiffen befahren wurden. Eine umfassende Benutzung der Wasserstrassen trat jedenfalls ein, als der König Chammu-ragas Babylon zur Reichshauptstadt machte. Nach der um 2000 v. Chr. verfassten und auf 12 Tafeln niedergeschriebenen Izdubarlegende war man mit dem Bau kleiner Wasserfahrzeuge und deren Lenkung bekannt, es wird sogar von einem in Abtheilungen zerlegbaren und in seinen Fugen mit Erdpech kalfaterten Schiff gesprochen.

Seit Ende des 2. Jahrtausends bediente man sich auch korbförmiger, aus Flechtwerk hergestellter, mit Häuten überzogener Fahrzeuge, welche Herodot genau beschrieben hat. Aehnliche Fahrzeuge sind noch heute im Gebrauch.

Die Beschreibung Herodots lautet: „Die Boote der nach der Stadt (Babylon) Kommenden sind von kreisrunder Form und aus Fellen gemacht. Sie werden in Armenien und den Gegenden über Assyrien gebaut. Die Rippen der Fahrzeuge werden aus Weidenruthen und Zweigen gemacht, und sind sie ausserhalb mit Fellen umgeben. Sie sind rund wie ein Schild und zwischen

Vorder- und Hintertheil ist kein Unterschied. Den Boden ihrer Schiffe kleiden sie mit Rohr oder Stroh aus, und Kaufmannsgüter, besonders Palmwein einnehmend, schwimmen sie den Fluss hinunter. Die Boote haben zwei Ruder, jedes handhabt ein Mann, der eine zieht auf sich zu, der andere stösst von sich ab. Diese Schiffe haben verschiedene Dimensionen; einige sind so gross, dass sie eine Last bis zum Werthe von 5000 Talenten tragen. Die kleineren haben einen Esel an Bord, die grösseren mehrere. Sobald die Bootsleute nach Babylon kommen, verfügen sie über die Waaren und Güter und bieten dann die Rippen und das Rohr (oder Stroh) des Flosses zum Verkauf aus. Mit den Schläuchen (Fellen) beladen sie dann ihre Esel und geben mit ihnen nach Armenien zurück, wo sie neue Fahrzeuge bauen."

Zur Zeit Sargons und seines Sohnes Sanheribs gab es Langboote von nicht sehr beträchtlicher Grösse, die sehr einfach gebaut waren. Aus dem 8. Jahrhundert v. Chr. stammende Abbildungen zeigen Schiffe mit Masten.

Bei der Bedeutung der chinesischen Wasserstrassen für den Verkehr ist mit Sicherheit anzunehmen, dass die Fahrzeuge schon frühzeitig eine brauchbare Gestalt erhielten. In den überkommenen Nachrichten wird derselben kaum gedacht.

Im Yü-king werden die verschiedenen Nutzhölzer der Provinzen erwähnt, was darauf schliessen lässt, dass zu den Schiffen je nach ihrer Grösse und Bestimmung verschiedene Holzmaterialien benutzt wurden. Nach dem Schi-king, einer späteren Schrift als der Yü-king, wurden die Schifferboote mit Vorliebe aus Cypressenholz angefertigt.

Die bereits erwähnten Kaiserreisen gaben jedenfalls die Anregung zur Erbauung kostbarer Schiffe, zur Ausbildung des Ruderns und der Steuerkunst.

In den natürlichen Verhältnissen Griechenlands war es begründet, dass hier die Flussschiffahrt sich nicht entwickeln konnte.

Von den Strömen Italiens wurde namentlich der Tiber, trotz der vielen Hindernisse, in ausgedehntem Maſse der Schiffahrt diensthar gemacht. Auf diese Verhältnisse wird zweckmässiger später im Zusammenhang mit der Beschreibung der an der Tibermündung entstandenen Hafenanlagen einzugehen sein. Die Anstrengungen der Römer zur Schiffbarmachung der Donau und Rhône sowie des Rheins haben im Vorhergehenden bereits Erwähnung gefunden.

Die Rhône wurde frühzeitig zu Schiffahrtszwecken ausgenutzt. Auf diesem Strome spielte sich der Haupthandelsverkehr nach dem Innern Galliens ab. Sowohl den Kaufleuten von Tyrus als auch den griechischen Seefahrern war die Fahrt auf der Rhône bekannt.

Von der Bedeutung der an diesem Flusse belegenen Städte für den Handel geben namentlich die über den Handel und die Gewerbethätigkeit Lyons (Lugdunum) überkommenen Nachrichten ein anschauliches Bild.

Wie an andern Orten, so finden wir auch hier eine Anzahl Korporationen für den Handel und seine Erfordernisse vertreten. Die Hauptkorporation

war diejenige der Schiffer der Rhône und Saône. Die Mitglieder waren fast ausnahmslos reiche und bedeutende Kaufleute, deren Dienste das römische Staatswesen häufig in Anspruch nahm. Sie versorgten die Flotte mit dem nöthigen Proviant und schafften die Steuern und sonstigen Einnahmen, sei es, dass dieselben in Geld oder Materialien (Korn) bestanden, nach Rom. Das Ansehen, welches diese Korporation genoss, bekundet sich u. a. dadurch, dass den Mitgliedern 40 Ehrenplätze in dem Amphietheater reservirt waren.

Die zweitbedeutendste Korporation war diejenige der Weinhändler, deren Handel ein ausserordentlich ausgedehnter war.

Die ältesten Magazine dieser Korporation lagen an dem Verbindungskanal der Rhône und Saône, der gleichzeitig als Hafen diente. Die Magazine bestanden im allgemeinen aus Planken mit zwischengestampfter Erde.

Lyon wurde früh der Sitz einer ausgedehnten Manufaktur, namentlich in Stoffen.

Auf dem Rhein und Main besassen die Römer eine grosse Anzahl Schiffe. Zuerst bestanden dieselben aus kleineren und grösseren Nachen, später bauten sie auch hier Schiffe nach karthagischem und rhodischem Muster. Zur Beförderung bedeutenderer Lasten wurden Flösse verwandt. Ueber die rheinische Kriegsflotte sind verschiedene Mittheilungen erhalten. Die Flotte des Drusus bestand aus 1000 Schiffen, diejenige Julians aus 600. Der letztere Herrscher gab zuerst den Legionen Wagen bei, auf welchen die zum Brückenbau bestimmten Pontons transportirt wurden. Unter Konstantin d. G. (306—337 n. Chr.) erfuhr der Flottenbestand eine Ermässigung bis auf etwa 100 Schiffe.

Die Hauptstationsorte der Rheinflotte waren Mainz, Koblenz und Köln.

Nach einer erhaltenen bildlichen Darstellung eines römischen rheinischen Handels-Flussschiffes waren dieselben bedeutend kleiner als die heutigen Schiffe dieser Art. Das abgebildete Fahrzeug zeigt einen Mast und einen überdeckten Waarenbehälter.

Die Römer bauten ihre Rheinschiffe auf den am Rheine belegenen Schiffswerften. Bei Mainz befand sich eine vom Staat unterhaltene Werft, die unter der Aufsicht eines Hafeninspektors und eines Schiffsgeräthverwesers stand.

Bei dieser Stadt haben die Römer, wie ein Fund dargethan hat, zur Erleichterung der Schiffahrt das Ufer mit Quaianlagen ausgerüstet. Die Anfahrt der römischen Handelsschiffe befand sich am Nordende des jetzigen neuen Zollhafens, die der Kriegsschiffe am südlichen Stadttheil, der Mainmündung etwa gegenüber.

Die antike Flussschiffahrt litt im allgemeinen darunter, dass die Hauptströme zu einem grossen Theil Gegenden durchflossen, die holzarm genannt werden mussten. Dieser Umstand wirkte naturgemäss ungünstig auf den Schiffbau und somit indirekt auf die Flussschiffahrt selbst.

Ergebnisse des zweiten Kapitels.

Die auf dem Gebiete der Bewässerung, der Landentwässerung und des Kanal- und Strombaues erzielten antiken Leistungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Bereits die aus einer verhältnissmässig frühen Periode der Entwicklung überkommenen Nachrichten berichten von so gewaltigen Anlagen auf dem Gebiete der Irrigation, und diese Anlagen erscheinen, wenn auch im Einzelnen naturgemäss häufig von einfacher Beschaffenheit, in einer so zielbewussten Art und Weise angelegt, dass sie als das Produkt einer vorausgegangenen, langandauernden Ausbildungsperiode betrachtet werden müssen. Die einzelnen Vorgänge dieser Entwicklungsperiode sind bisher nicht genügend bekannt, um dieselben aneinandergereiht in geschlossener Form vorführen zu können. Es kann kaum angenommen werden, dass die Bewässerungkanäle ursprünglich nach einem vorher entworfenen, einheitlichen System zur Ausführung kamen, vielmehr sind die jedenfalls nach und nach entstandenen einzelnen Bewässerungsgräben, sowohl in Babylonien wie in Aegypten, wahrscheinlich allmählich in ein einheitliches System eingegliedert worden, sodass mithin der Entstehung der betreffenden antiken, in ihrer Gesammtheit bewunderungswerthen Schöpfungen ein Verfahren zu Grunde liegen dürfte, welches von dem in der modernen Ingenieurtechnik zur Anwendung kommenden abweicht.

Zweifellos ist ein langer Zeitraum verstrichen, bis diese Systeme vollkommen zu Stande gekommen sind. Durch die, wenn auch jedenfalls erst später hinzugekommenen und entstandenen verschiedenen bedeutungsvollen Einzelheiten, wie z. B. die in wechselseitiger Beziehung stehende Ausnutzung des Nils und des Bahr Jousef, des Euphrats und Tigris, nahmen diese Bewässerungsanlagen den Charakter von Werken an, deren Schaffung über eine rein handwerksmässige Hervorbringung hinausgeht; muss doch die genaue Anpassung an die vorhandenen natürlichen Verhältnisse als eine hervorragende technische Leistung bezeichnet werden.

Dass diese Bewässerungssysteme in ihrer Gesammtheit nicht einem einheitlichen, vorher entworfenen Plan entsprungen sind, muss schon deshalb angenommen werden, weil zu einer solchen Entstehungsweise die erforderlichen Instrumente gefehlt haben. Wenn selbst noch die zu den vollendetsten Schöpfungen der römischen Ingenieure gehörenden Aquädukte hinsichtlich ihrer Gefällsverhältnisse erkennen lassen, dass die zu ihrer Festlegung benutzten Instrumente sehr ungleiche Ergebnisse im Gefolge hatten, so erscheint es wenig wahrscheinlich, dass es in einer früheren Periode möglich gewesen sein soll, Resultate zu erzielen, die den Leistungen der Römer weit überlegen gewesen wären. Es muss angenommen werden, dass die Höhenlage der Kanäle in der natürlichsten Weise festgelegt wurde, indem das fortzuleitende Wasser zu dieser Bestimmung benutzt wurde.

In jenen frühen Zeiten bekundeten die Menschen ein grosses Verständniss für die vorhandenen natürlichen Verhältnisse und verstanden es, die den

gegebenen Umständen entsprechenden richtigen Ausnutzungsmittel zu wählen. In den von Flüssen durchströmten Tiefländern von Babylonien, Aegypten und China wurden Kanäle von den Strömen abgezweigt, in den nur zeitweise wasserreichen Gegenden von Indien, Ceylon und Arabien kam eine künstliche Wasseraufspeicherung zur Anwendung, und in noch anderen Gegenden wusste man in sinnreicher, zweckentsprechender Weise die unterirdischen Wasserschätze auszunutzen.

Die Entwicklung der Irrigationskunst erfolgte in den verschiedenen Ländern in von einander abweichender Art und Weise, sodass die Errungenschaften des einen Volkes nicht ohne weiteres von einem anderen übernommen werden konnten und auch nicht übernommen wurden.

Die im Alterthum zur Anwendung gekommenen Bewässerungssysteme waren die folgenden, wobei zu bemerken ist, dass sowohl von der Ueberstauung, wie von der Berieselung Gebrauch gemacht wurde:

1. Die Entnahme des Wassers aus Bächen, Flüssen und Seen. Die Ableitung wurde durch abzweigende Kanäle oder durch eine künstliche Hebung des Wassers bewirkt.
2. Die Ansammlung des Wassers in Cisternen.
3. Die Wassergewinnung durch Brunnen.
4. Die Aufstauung und Aufspeicherung des Wassers durch Dämme.
5. Die Gewinnung und Fortleitung des Wassers in Kerises.

In der Irrigationskunst lässt sich nicht wie auf manchen anderen Gebieten der Ingenieurtechnik, am vollkommensten auf dem des Brückenbaues, eine von den verschiedenen Ländern unabhängige Entwicklung nachweisen. In derselben ist vielmehr, abweichend vom Brückenbau, die Ausbildung der Konstruktion ein von den lokalen Verhältnissen vollkommen abhängiges und mit diesen auf das Engste verknüpftes Moment. Eine Beeinflussung der verschiedenen Völker unter einander ist zwar nicht als ausgeschlossen zu betrachten, doch ist es bisher nicht gelungen, dieselbe vollständig darzuthun.

Die Bethätigung auf dem Gebiete der Schiffahrtskanäle war auf engere Grenzen wie jetzt beschränkt, da ein sehr wichtiges Bauobjekt derselben, die Schleuse in brauchbarer Form, unbekannt blieb.

Die Kunst des Strombaues erhob sich nicht auf eine höhere Entwicklungsstufe. Die Regulirung von Flüssen kam überhaupt nicht in ausgedehntem Mafse zur Ausführung. Zur Vergrösserung des Wasserablaufes wie zu dem Zwecke der Verbesserung der Strommündungen wurde dasselbe Mittel angewandt, die Grabung von Seitenkanälen.

Die Entwässerungsanlagen lassen erkennen, dass die gestellten Aufgaben richtig erkannt, und die den gegebenen Verhältnissen entsprechenden Abhilfemittel benutzt wurden.

Die Flussschiffahrt entwickelte sich in einzelnen Ländern zu grösserer Bedeutung.

Litteratur-Nachweis zum zweiten Kapitel.

1. Allgemeines.

Vignoles, Address on his election as President of the institution of civil engineers London 1870.

v. Richthofen, China

Hommel, Geschichte Babyloniens und Assyriens.

2. Babylonien und Assyrien.

Rich, Memoirs on the Ruins of Babylon. London 1818.

Porter, Travels in Georgia, Persia, Armenia, ancient Babylon.

Buckingham, Travels in Mesopotamia.

Ainsworth, Researches in Assyria, Babylonia and Chaldaea, forming part of the Euphratus Expedition. London 1838

Rawlinson, The five great Monarchies of the Ancient Eastern World. London 1862.

Chesney, The Expedition for the survey of the rivers Euphrates and Tigris in the years 1835—1837. London 1850.

Jones, Transactions of the Geogr. Society of Bombay, Bd. 9.

Herodot (Uebersetzung von Bahr).

Layard, Niniveh and Babylon

— Niniveh and its remains.

— Discoveries in the ruins of Niniveh and Babylon.

— The monuments of Niniveh.

— A second series of monuments of Niniveh.

Ritter, Erdkunde von Asien.

Hoernes, Die Urgeschichte des Menschen.

Kiepert, Zur Karte der Ruinenfelder von Babylon (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 18. Bd., 1883).

Hommel, Geschichte Babyloniens und Assyriens.

Delitzsch, Ein Gang durch das alte Babylon (Daheim 1881).

Černik, Ergänzungsheft 43 zu Petermanns Mittheilungen.

Eiffler, Aus dem freundlichst vom Verfasser zur Verfügung gestellten Manuskript über das Vermessungswesen der Babylonier und Assyrer.

3. Aegypten.

Schleiden, Die Landenge von Suës.

Hirt, Die Geschichte der Baukunst bei den Alten.

— Versuch über den allmählichen Anbau und Wasserbau des alten Aegyptens.

Wilkinson, Manners and customs of the ancient Egyptians.

Eyth, Das Agrikultur-Maschinenwesen in Aegypten.

— Das Wasser im alten und neuen Aegypten.

Reuleaux, Ueber das Wasser in seiner Bedeutung für die Völkerwohlfahrt.

Liehlein, Handel und Schiffahrt auf dem rothen Meere in alten Zeiten.

Ebers, Durch Gosen zum Sinai.

Description de l'Égypte ou recueil des observations et des recherches qui ont été faites en Égypte pendant l'expédition de l'armée française.

Nadault de Buffon, Traité theorique et pratique des irrigations.

Hess, Meliorationen (Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 3. Bd.).

Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst, 1. Bd.

Letronne, L'Isthme de Suez; le Canal de jonction des deux mers, sous les Grecs, les Romains et les Arabes (Révue des deux mondes, 1841).

Ritter, Erdkunde, 1. Theil, 1. Buch. Afrika.

Lauth, Der Möris-See (Ausland 1883).

Whitehouse, Proceedings of Soc. Bibl. (Archaeology, June 6. 1882).

Whitehouse, The Raïan Moeris er sterage reserveir of Middle Egypt. (Proc. of the Roy. geograph. Society, 1887).
Schweinfurth, Reise in das Depressionsgebiet im Umkreise des Fayum im Januar 1886 (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1886).
Gemälde der altägyptischen Kultur im Lichte der neuesten Forschungen, besonders von Auguste Mariette und Heinrich Brugsch (Ausland).
Brugsch-Pascha, Der Möris-See und das Tedtenfeld von Hawara (XIV. Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Metz, 1891—1892).
Lauth, Ueber den Möris-See (Ausland 1875).
Parthey, Linant de Belle-fonds über den See des Möris (Monatsberichte über die Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1845).
Linant de Belle-fonde, Mémoires sur les principaux travaux d'utilité publique, exécutés en Égypte. Paris 1872—1873.
Erbkam, Ueber den Möris-See in der ägyptischen Provinz Fayum (Zeitschrift für Bauwesen 1865).
Schweinfurth, Bemerkungen zu der neuen Karte des Fayum (Zeitschrift für Erdkunde zu Berlin, 15. Bd., 1880).
Lepsius, Ueber eine hieroglyphische Inschrift am Tempel von Edfu (Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften, 1855).
Schweinfurth, Ein altes Stauwerk aus der Pyramidenzeit (Westermanns Monatshefte 1895, 78. Bd.).
Cantor, Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik.
Gelcich, Zur Geschichte der Arealbestimmung eines Landes (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 21. 1886).
Eiffler, Das Vermessungswesen in Aegypten bis zur Römerzeit.

4. China.

Ritter, Erdkunde von Asien, Bd. 1, 2, 3.
Plath, Ueber Feldwege, Bewässerungskanäle und Dämme in Alt-China (Abhandlungen der Kgl Bayerischen Akademie, München 1865, Bd. 10).
— Die Beschäftigung der alten Chinesen. Ackerbau, Viehzucht, Jagd, Fischfang, Industrie, Handel (Abhandlungen der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1871, Bd. 12).
v. Richthofen, China.
Gandar, Le canal impérial.

5. Indien und Ceylon.

Lassen, Indische Alterthümer.
v. Bohlen, Das alte Indien.
Ritter, Erdkunde. VI. Theil, 2. Buch: Ost-Asien, Bd. 4, II. Abtheilung.
Baroie, Von den Wasserbehältern in Englisch Indien (V. Internationaler Binnenschiffahrtskongress zu Paris 1892).
Deakin, Irrigated India.
Emerson Tennent, Ceylon.
Sirr, Ceylon and the Cingalese.
John Davy, An account of the interior of Ceylon and of its inhabitants.
Baker, Eight years wanderings in Ceylon.
Cave, The ruined cities of Ceylon.
Brooke, Account of the Mahavella Ganga, Reference to the Remains of Ancient Reservoirs and Canals (Journ. of the Roy. Geogr. Society of London, Vol. III, 1834).

6. Turkestan und Persien.

Kaerger, Die künstliche Bewässerung in den wärmeren Erdstrichen und ihre Anwendbarkeit in Deutsch-Ostafrika.
Bewässerung in Turkestan (Wochenschrift des österreichischen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1887).

Moser, L'irrigation en Asie centrale.
Ueher die primitive Kultnr der turko-tartarischen Völker (Ausland 1879).
Justi, Geschichte Persiens.
Ritter, Erdknnde.

7. Syrien.

Ritter, Erdkunde, XVII. Theil, 2. Abtheilung, 3. Buch: West-Asien.
Russel, Naturgeschichte von Aleppo.
v. Kremer, Mittelsyrien und Damaskus.
Hitzig, Drei Städte in Syrien (Zeitschr. der Deutschen Mergenländ. Gesellsch. 1854, Bd. 8).
Niebuhr, Reisebeschreibung nach Arabien und anderen umliegenden Ländern. Kopenhagen 1774.
Pietschmann, Geschichte der Phöniziar.

8. Südarabien.

Ritter, Erdkunde, Bd. 12.
Arnaud, Journal asiatique, 5. Bd., 1845.
— Jonrual asiatique, Serie VII, 3. Bd.
Glaser, Reise nach Mârib. März, April 1888 (Allgemeine Zeitung 1888, 21. Oktober [Beilage] und 22. Oktober).
Müller, Die Burgen und Schlösser Südarabiens nach dem Iklil des Hamdânt (Sitzungsbericht der Philos.-Hist Klasse der Kaiserl. Akedemie der Wissenschaften, Wien, Jahrgang 1880, Heft IV—VI).
Hommel, Znr Geschichte der Geographie Südarabiens (Auslend 1883).

9. Sinai-Halbinsel, Palästina und die Haurân-Gebirgslandschaft mit den beiden Trachonen.

de Laberde, Veyage de l'Arabie pétrée.
Ritter, Erdkunde, XIV. Theil, 3. Bueh: West-Asien. XV. Theil, 1. u. 2. Abtheilung.
— Zur Geschichte des Petraischen Arabiens (Abhandlung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1824).
Wetzstein, Reise in die beiden Trachonen und um das Haurân Gebirge im Frühling 1858 (Zeitschrift für Allgemeine Erdkunde, Neue Folge, 7. Bd.).
Seetzen, Monatl. Cerresp. 1808, Theil XVIII.
Eiffler, Das Vermessungswesen im alten Paläetina (Vereins-Zeitschrift des Els.-Lothr. Geometer-Vereins 1897).

10. Kleinasien.

Ritter, Erdkunde, 3. Buch: West-Asien, Kleinasien, Bd. 2.
Leake, Jenrnal ef a teur in Asia Minor.
Ainsworth, Travels and reseerches in Asia Miner.
Hamilten, Researches in Asia Miner.
Reclus, Nouvelle Géographie universelle, Bd. 9.

11. Griechenland und seine Kolonien.

Ulrichs, Reisen und Forschungeu in Griechenland.
Strabo.
Forchhammer, Hellenika 1.
Durend-Clay, Le dessèchement du Lac Copais.
Supan, Die Trockenlegung des Kopais-Sees (Petermanns Mittheilungen, 35. Bd).
Kraus, Sumpf- und Seebildungen in Griechenland, mit besonderer Berücksichtigung der Karsterscheinungen und insbesondere der Katabothren-Seen (Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, Bd. 35, 1892).
Kambanis, Le dessèchement du Lac Copais par les anciens (Bulletin de Correspondance Hellénique XVI, Paris 1892).

Curtius, Die Deichbauten der Minyer (Sitzungsbericht der Berliner Akademie der Wissenschaften. Philos.-Hist. Klasse, Bd. 55).
Philippsen, Der Kopais-See in Griechenland und seine Umgebung (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1894).
Neack, Arne, Mittheilungen des deutschen Archäologischen Institute in Athen, Bd. 19, 1894.
Philippson, Der Isthmos von Korinth (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1890).
Schubring, Umwanderung des Megarischen Meerbusens in Sicilien (Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, Berlin 1864).
— Die Topographie der Stadt Selinus (Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen, Nr. 15, 1865).
— Kamarina (Philologus, 32. Bd.).
Wittich, Metrologische Beiträge: Ueber den ersten Gradmessungs-Versuch im Alterthum und die argumentatio des Eratosthenes (Philologus, 28. Jahrgang).

12. Römische Irrigationsanlagen, Kanäle und Strombauten.

Nissen, Italienische Landeskunde.
Piranesi, Albanische Alterthümer.
La dessèchement du Lac Fucino, exécuté par le Prince Alexandre Torlonia, par M. M. Brisse et Rotrou.
Baumeister, Denkmäler des klassischen Alterthums.
Tommasi-Crudeli, Die Malaria in Rom und die alte Drainage der römischen Hügel.
Lieutenant Clausen, On Recent Researches on Malaria (Engineering 1888, I).
Die Campagna (Natur 1864).
Die Pontinischen Sümpfe (Natur 1865).
Adler, Nachrichten von den Pontinischen Sümpfen.
Preny, Description hydrographique et historique des marais Pontins.
Lederer, Die sirmische Ebene und die Entwässerungsarbeiten der alten Römer (Wochenschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1883).
Kerschbaum, Geschichtliche Entwicklung der Kulturtechnik (Zeitschrift für Vermessungswesen 1890).
Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst, 1. Bd.
Kanitz, Römische Studien in Serbien (Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1892, 21. Bd.).
Reber, Geschichte der Baukunst im Alterthum, 1866.
Béla von Gonda, Die Regulirung des Eisernen Thores und der Katarakte der unteren Donau.
Kreuter, Die Sage vom altrömischen Umgehungskanal beim Eisernen Thor (Zeitschrift für Gewässerkunde, Jahrgang X, Heft II).
v. Weber-Ebenhof, Das Königreich der Niederlande.
v. Weber, Die Wasserstrassen Nord-Europas.
Freerksen, Beitrag zur Geschichte des Ostfriesischen Deichwesens im allgemeinen und der Niederemsischen Deichrechte im Besonderen.
Detlefsen, Geschichte der holsteinischen Elbmarschen.
Blume, Lachmann und Rudorff, Die Schriften der römischen Feldmesser. Berlin 1848.

14. Flussschiffahrt.

Hirt, Geschichte der Baukunst der Alten.
Hommel, Geschichte Babyloniens und Assyriens.
Lenthéric, Le Rhône (Histoire d'un fleuve).
Götz, Die Verkehrswege im Dienste des Welthandels.
Brugsch, Geschichte Aegyptens.
Lepsius, Denkmäler.
Quetsch, Verkehrswesen am Mittelrhein.

Drittes Kapitel.

Strassen- und Brückenbau.

A. Strassenbau.

1. Allgemeines.

Der Weg als Vermittler des Verkehrs erwies sich von jeher als ein Hauptelement in der Gestaltung des jeweiligen Kulturzustandes, stets war das Blühen und Gedeihen der Völker, wie deren Verfall auf das Engste mit dem Entstehen und Vergehen der Wege verknüpft. Die Schaffung eines Weges zum Zwecke des Waarentransports setzt die Erreichung einer bestimmten Kulturstufe, auf welcher sich ein Austausch der Waare als ein Bedürfniss gebieterisch geltend macht, voraus. So lange der Mensch sein eigenes Lastthier war, genügten zu diesem Zweck schmale Pfade, wie solche in Afrika noch zahlreich bis zum heutigen Tage zu finden sind. Die Benutzung von Thieren zum Tragen und Ziehen der Lasten führte nach und nach zu einer immer weitergehenden Ausbildung des Weges, bis derselbe in der Form des Schienenweges mit durch Maschinenkraft darauf bewegten Last- und Personenzügen seine vollendetste Gestalt erhielt.

Neben den Interessen des Handels blieb bis zum heutigen Tage die Wahrung und Erreichung einer möglichst raschen Kriegsbereitschaft ein Faktor, der auf die Wegeverhältnisse und die Beschaffenheit der Verkehrsmittel einen massgebenden Einfluss ausübte. Militärischen Gründen verdankten in erster Linie umfangreiche Schöpfungen auf dem Gebiete des Wegebaues in Asien ihre Herstellung. Namentlich die grossen Heereszüge eines Cyrus und eines Alexanders des Grossen liessen zahlreiche Wege entstehen. Cyrus besass in seinem Heere zur Ausführung dieser Bauten ein eigenes Truppen-Corps; Alexander benutzte zu diesem Zwecke Thraker, die Baematisten mussten die Wegeslängen bestimmen. Auch bei den Römern müssen zahlreiche Strassenbauten auf den gleichen Grund zurückgeführt werden, wie denn auch heute

noch aus denselben Ursachen in den verschiedensten Theilen der Erde Wegebauten, namentlich Schienenwege, entstehen.

In welchem Lande der Ausgangspunkt des Strassenbaues überhaupt zu suchen ist, hat die Forschung noch nicht festzustellen vermocht. Wenn man aber auch nicht anzugeben vermag, welches Volk zuerst auf den Gedanken des Strassenbaues gekommen ist, so ist es doch sicher, dass zu den ältesten Leistungen auf diesem Gebiete die Schöpfungen der Babylonier, Aegypter, Chinesen, Assyrier und Phönizier zu rechnen sind.

Die künstlich angelegten und befestigten Wege dürften sich bei allen genannten Völkern aus Karawanenstrassen oder Saumpfaden entwickelt haben.

Auf den innigen Zusammenhang zwischen Religion und Handel im Alterthum weist besonders Ritter hin. Derselbe hebt hervor, wie das glückliche Erreichen des bestimmten Zieles durch eine Karawane für den betreffenden Ort von der grössten Bedeutung war, und wie diejenigen, die das Reiseziel erreicht hatten, gerne bereit waren, den Schutzgöttern, deren Hilfe der gute Ausgang zu verdanken war, Tempel zu errichten. Das Innere solcher Tempel musste Raum für die Priester, der Hof Platz für grosse Menschenmengen gewähren, für deren sonstige Bedürfnisse ausserdem Sorge zu tragen war. In dieser Hinsicht bietet namentlich Palmyra ein gutes Bild. Hier war der Sammelplatz der syrischen Karawanen. Um den Tempelhof laufen Hallen und Kolonnaden, und es sind zahlreiche Nischen vorhanden. In diesen bekunden die Weihestellen und die syrischen und griechischen Inschriften deutlich, wie innig der Handelsverkehr mit den religiösen Einrichtungen in Verbindung stand. Dem Karawanenhandel zwischen Persien, Aegypten, Phönizien und Kleinasien verdankten die Prachttempel Palmyras ihre Existenz. Zwei mit einem dieser Tempel verbundene Wasserbassins von je 200 Fuss Länge und 100 Fuss Breite waren bestimmt, den zahlreichen Theilnehmern der Karawanen die Ablutionen (die vorgeschriebenen Waschungen) zu ermöglichen.

2. Strassenbauten der Babylonier und Assyrer.

Wie viele andere alte Werke als Schöpfungen der sagenhaften assyrischen Königin Semiramis bezeichnet werden, so werden auch die ersten Wegebauten Assyriens auf die Thätigkeit der angeblichen Erbauerin von Babylon zurückgeführt. Zu diesem Zweck habe sie, wie die Sage berichtet, Berge ebnen, und dort, wo das Land zu niedrig lag, Dämme aufführen lassen. Auf ihrem Zuge nach Ekbatana soll sie über den zarkaeischen Berg gezogen sein, und um sich ein unsterbliches Denkmal zu stiften, habe sie mit grossen Kosten einen Weg durch den Felsen hauen lassen und eine Strasse geschaffen, die noch zu Diodors Zeit den Namen Semiramis-Weg getragen haben soll. Bis jetzt sind Spuren dieses Werkes nicht gefunden, nur Olivier hat bisher angedeutet, dass

vielleicht in der Passage des Akaha Hamadan ein Ueberrest dieser durch Kunst gebahnten Strasse erblickt werden könne.

Der ausgedehnte Handel Mesopotamiens, insbesondere die hochentwickelte Industrie der Städte Babylon und Ninive bedingten zweifellos die Schaffung einer grossen Anzahl von Verkehrswegen.

Babylon und Ninive waren Knotenpunkte von Strassen, die sich durch ganz Westasien und zwar westlich nach Syrien, südlich bis Arabien, östlich bis Indien und West-China fortsetzten. Diese Strassen sollen regelmässig gebaut gewesen sein, doch ist die nähere Beschaffenheit dieser Wege bis jetzt im allgemeinen nicht bekannt.

Die Benutzung bestimmter Routen, namentlich nach Westen und Süden, war durch die Nothwendigkeit einer gesicherten Wasserversorgung, sowie aus Gründen der Sicherheit des Zuges in der Wüste von selbst gegeben.

Layard berichtet von den Trümmern einer gut gehauten, steinernen Strasse in der Ebene zwischen Bavian und Ninive, auch erwähnt derselbe, dass er bei der Ausgrabung der Ruinen von Nimrud in einem Palaste Fussböden fand, deren Pflasterung aus scharf gebrannten Steinen (Klinkern) bestand. Diese spärlichen Mittheilungen ermöglichen jedoch nicht, eine Beschreibung alter Strassen Babyloniens oder Assyriens zu geben.

Ein Hauptverdienst um die Förderung des Verkehrs erwarben sich die Semiten durch die Ausbildung des Wagens und die Verwendung von Last- und Zugthieren, namentlich des Kameels zum Lasttransport.

3. Strassenbauten der Aegypter.

Die natürlichen Verhältnisse Aegyptens machten Wegebauten nur in sehr geringer Ausdehnung erforderlich. Im Nilthale haben sich nur an einigen Stellen, so bei den Katarakten von Philae, Spuren von Kunststrassen nachweisen lassen.

Die Strecke zwischen Philae und Syene weist noch die Ueberreste einer ägyptischen Strasse auf. Die Römer scheinen bei der Anlegung ihrer hier vorhanden gewesenen Strasse die alten Ueberreste benutzt zu haben. Die Strasse war durch eine längs der Wüste gezogene Mauer gegen die Ueberfälle der Räuber von der arabischen Seite her geschützt.

Das Transversalthal von Edfu nach der Gegend von Berenice am rothen Meer diente höchst wahrscheinlich schon in früher Zeit als Karawanenstrasse. Die berühmte Strasse, die später hier entstand, ist jedoch erst eine Schöpfung der Ptolemäer, zu deren Zeit Berenice ein berühmtes Emporium und namentlich der Stapelplatz des Seehandels zwischen Aegypten und Indien war. An dieser Handelsstrasse lagen die Smaragdminen, in denen die Bedjas, wahrscheinlich ein Geschlecht der Aethiopier, arbeiteten.

Diese Minen liegen am Fusse des Berges Zabourah. Einzelne Gruben haben eine Tiefe von 400—500 Fuss. Grosse Bassins sind hier aus dem Granit gehauen, um das Regenwasser aufzunehmen.

Ausser den Strassenresten, die erkennen lassen, dass der erwähnte Weg ein bedeutendes Werk gewesen sein muss, sind eine grössere Anzahl von Trümmern ehemaliger Stationen, Karavansereien und Tempel vorhanden.

Eine zweite Transversalschlucht, die einen Weg nach dem Meere bildet, befindet sich bei Koptos, von wo aus wahrscheinlich ebenfalls bereits zur Pharaonenzeit eine Karawanenstrasse abging. Hier sind noch die Spuren einer schönen Kunststrasse vorhanden, welche die Ebene zwischen Koptos und der arabischen Gebirgskette durchschneidet und jedenfalls bestimmt war, die Karawanen, die von Berenice kamen, zur Ueberschwemmungszeit trockenen Fusses nach der Stadt gelangen zu lassen.

Dieser Strassentheil weist noch gegenwärtig zwei Brücken auf, von welchen die eine sieben Bogen hat, deren Quadern mit Hieroglyphen bedeckt sind. Diese Bauten stammen jedoch höchst wahrscheinlich aus der Zeit der Römer oder Saracenen. Etwa 1500 Fuss von der Stadt entfernt theilt sich die Strasse in zwei Arme, und hier befinden sich an einem grossen Wasserbassin die Reste mächtiger Gebäude, die einst die Waarenhäuser dieses Emporiums gewesen sein dürften.

In der Gegend von Kous öffnet sich abermals eine Thalschlucht, die quer durch die arabische Kette auf die grosse Karawanenstrasse nach Kosseyr und Berenice führt. Sie führt den Namen des Thales von Kosseyr. Bei Quitta spaltet sich dieses Querthal in mehrere Zweige, durch die man gleichfalls nach Kosseyr und Berenice gelangen kann. Ritter erblickte in dem Kosseyr des Mittelalters den antiken Hafen Myos Hormos, der jedoch nicht östlich, sondern nordöstlich von Koptos lag. Ruinen von Karawanserеien, sowie kubische Mauerreste, die jedenfalls als Wegweiser dienten, finden sich noch vielfach auf diesen Routen.

Auf der Ostseite der Bergkette scheint der Ausgang der Strassen künstlich hergestellt zu sein. So hält Belzoni den Kamelsspalt auf der Route von Edfu nach Berenice für ein durch Menschenhand geschaffenes Werk nnd Browne glaubte, dass der Ausgang nach Kosseyr künstlich durch die Felsen gesprengt worden sei.

Ausserhalb des Landes scheinen die Aegypter nur an der Mündung des Nahr el-Kelb in das Meer Spuren ihrer Strassenbankunst zurückgelassen zu haben.

Wie an anderen Stellen der Küstenlandschaft Syriens, treten an der Mündung des Nahr el-Kelb die Felsparthien so weit in das Meer hinein, dass hier für die Fortführung einer Strasse am Meeressaume von Natur kein Platz vorhanden war und deshalb erst künstlich gewonnen werden musste.

An dieser Stelle, die in Abb. 58 bildlich wiedergegeben ist, sind die Spuren einer Römerstrasse vorhanden, auf welche später zurückzukommen sein

wird. Oberhalb dieser Römerstrasse und zwar etwa 30 Fuss höher ziehen sich Reste von Strassenanlagen älteren Ursprunges hin. Der Platz für beide Strassen ist durch Absprengen des Gesteins gewonnen worden. Die obere Strassenanlage ist nicht, wie früher vielfach geglaubt wurde, durch die Phönizier, sondern durch fremde Eroberer, insbesondere von ägyptischen Königen hergestellt worden. Zuerst scheint Ramses II. diese Strasse zu einer Art Via triumphalis gemacht zu haben. Die Erinnerung an die Person dieses Königs und seine Herrschergrösse ist durch drei Gedenktafeln mit Inschriften und Darstellungen verewigt worden. Dem durch Ramses gegebenen Beispiele folgten später einige

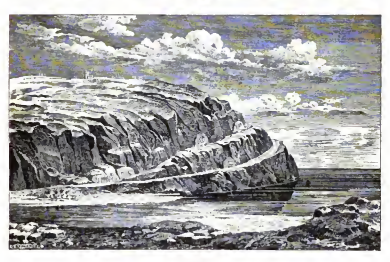


Abb. 58.
Felsstrassen an der Mündung des Nahr el-Kelb.

assyrische Herrscher, die auf ihren bis nach Kleinasien ausgedehnten Eroberungszügen hierher gelangten und dicht neben den ägyptischen Felsskulpturen Reliefs mit ihren eigenen Bildnissen anbringen liessen. Sechs assyrische Denkmäler sind erkennbar.

4. Strassenbauten der Chinesen.

Die Strassen Chinas besitzen ein sehr hohes Alter. Ueber die ältesten chinesischen Strassen ist jedoch Zuverlässiges ebenfalls nicht bekannt. Zu vermuthen ist, dass auch auf diesem Gebiete Yü zu zahlreichen Leistungen den Anstoss gegeben hat. Die Dynastie der Tshóu wird insbesondere als diejenige bezeichnet, zu deren Zeiten man es verstand, Wagen zu bauen, über deren

Konstruktion und Abmessungen umständliche Beschreibungen geliefert werden. Die vorgeschriebene Breite der Strassen in den Städten wurde nach Wagenbreiten angegeben. Als ein Beweis der frühzeitigen Ausbildung des Landverkehres sind in erster Linie die Visitationsreisen der Kaiser und ihrer Vasallenfürsten anzusehen. Auf diese Reisen weist ein ausführlicher Kodex der bei diesen Besuchen vorgeschriebenen Etiquette, sowie die Einrichtung zahlreicher Aemter für den Dienst bei den Hofreisen der Vasallen hin. Die Vorschriften über die Anzahl der Wagen, welcher jeder einzelne Fürst bei seinen Hofreisen zu führen hatte, können als ein Zeugniss dafür aufgefasst werden, dass Wagen in allgemeinem Gebrauch waren und bei Reisen aus allen Provinzen nach der Hauptstadt benutzt werden konnten.

Der Kaiser hatte alle 12 Jahre eine Inspektionsreise auszuführen. Für diese Reise war, dem chinesischen Wesen entsprechend, ein genaues Ceremoniell vorgeschrieben, wie denn auch alle die den Beamten zu erweisenden Ehrenbezeugungen genau festgesetzt waren. So hatten z. B. die Geheimen Räthe und Minister die Ehren der Fürsten ersten und zweiten Grades zu beanspruchen.

Als das hervorragendste Werk der antiken chinesischen Strassenbaukunst gilt die Strasse über den Tsin-ling-shan in der Provinz Shensi.

Seit alter Zeit bestanden wahrscheinlich Fusspfade in dem Gebirge, die eine Ueberschreitung möglich machten. Die Anlegung der Kunststrasse erfolgte entweder um das Jahr 206 v. Chr. auf Veranlassung von Lin-Pang, der die glänzende Dynastie der Han begründete, und zwar soll der Feldherr Tshang-Liang den Bau geleitet haben, oder die Strasse verdankt ihre Entstehung Lin-Pi, einem späteren Sprössling der Han-Dynastie. Ueber den Letzteren wird berichtet, dass er, da die „Wasserstrassen“, d. h. wohl die Linien des Hankiang und des Tan-kiang, von seinem damaligen Gegner Tsau-Tsau besetzt waren, 100 000 Mann an die Arbeit gesetzt habe, um die Strasse von Pan-tshöng-hsiën zu bauen, damit er seine Truppen schneller nach dem Wei-thale führen konnte. Die Gesammtlänge dieser Strasse beträgt etwa 110 geographische Meilen. Bei diesem Bau waren, trotzdem die Arbeit wahrscheinlich nur darin bestand, einen bestehenden Pfad für Truppen gangbar zu machen, grosse Schwierigkeiten zu überwinden. Die Strasse musste auf lange Strecken aus dem harten Gestein gemeisselt werden, nichtsdestoweniger wurde sie so breit angelegt, dass vier Reiter neben einander Raum hatten. Der gegenwärtige Zustand gestattet infolge der Unterlassung genügender Unterhaltungsarbeiten nur den Verkehr von Saumthieren. Der bekannte Geograph v. Richthofen, welcher diese Strasse selbst gewandelt ist, schreibt:

„Auf Grund der alten Beschreibungen von den Beschwerden des Gebirgsüberganges und den kunstvollen Konstruktionen, welche für die Anlage des Weges, der doch immerhin nur ein Saumpfad ist, nothwendig gewesen sein und selbst nach dem Ausspruch des Tyrolers Martini alles Aehnliche auf der Welt in den Schatten stellen sollten, hatte ich nicht nur eine sehr viel bedeutendere

Meereshöhe des Hauptpasses erwartet, sondern war auch vorbereitet, besonders in seiner Nähe die grossartigsten und wildesten Strecken der Gebirgswelt zu finden. Statt dessen boten sich dem Blick gegen Süden mildere Bergformen dar, und ein sanftes, angebautes Hochthal breitete sich in geringer Tiefe unter dem Pass aus.

Wie die Landschaft, so entsprach auch der Charakter der Strasse nicht meinen Erwartungen. Allerdings ist sie hier und da in Felsen gehauen, an steilen Gehängen aufgemauert oder mit Pfählen gestützt, und wenn sie auch jetzt ihre ehemalige Breite nur noch stellenweise hat, ist doch Martinis Angabe, dass vier Reiter neben einander Platz haben, für seine Zeit (1650) wahrscheinlich nicht übertrieben gewesen. Indess war dies nichts Besonderes und Staunenswerthes. Die besten Merkmale, dass man sich auf einer mit ungewöhnlicher Sorgfalt für strategische Zwecke angelegten Strasse befindet, bieten sich in der Art, wie durch gute Tracirung Terrainschwierigkeiten überwunden worden sind und in der Pflasterung, welche sich noch in manchen Strecken erhalten hat, aber jetzt dem Reisenden mehr Last als Bequemlichkeit gewährt, da die Steine grösstentheils längst aus ihrer Lage gekommen sind. Auch sieht man hier und da die Reste ehemaliger fester gewölbter Steinbrücken.

Da die Strasse, zur Vermeidung grösserer Brücken über den bei Regenzeit stark anschwellenden Fluss (Tung-hŏ), durchwegs an einem (dem linken) Ufer angelegt worden ist, hat sie nicht unerhebliche Schwierigkeiten zu überwinden, denn zahlreich sind die Stellen, wo ein von zwei Seitenschluchten eingeschlossener Rücken gegen den Fluss vorspringt und wie ein Pfeiler in ihn abstürzt. Entweder sucht dann die Strasse den niedrigsten Uebergang, oder sie führt, wenn eine solche Einsattelung sich nicht bietet, um den Abhang des Vorsprungs herum. Auf lange Strecken ist sie in zähes Hornblendegestein eingehauen, was bei dem gänzlichen Mangel an Sprengmitteln einen bedeutenden Arbeitsaufwand erfordert haben muss. Kurz vor Fong-hsien ändert sich der ganze Gebirgsbau vollständig. Horizontal gelagerte Kalksteine von grauer Färbung, ohne Spuren von Metamorphismus, bilden die Thalwände zu beiden Seiten. Die Strasse, welche stetig auf dem linken Ufer des Tung-hŏ bleibt, hat in dieser Strecke schon manche schwierige Aufgabe zu lösen. Denn da die steilstehenden Schiefer von dem Fluss rechtwinklig zu ihrer Streichrichtung durchbrochen werden, bilden sie an vielen Vorsprüngen hohe Steilabbrüche gegen denselben, und diese sind durch kleinere Rensen, welche in den weicheren Gesteinen eingeschnitten sind und dem Schichtenstreichen folgen, mehrfach unterbrochen. Die Vorsprünge sind meistentheils zu hoch, als dass die Strasse über sie hätte hinweggeführt werden können; daher umzieht sie dieselben und muss dabei allen kleineren Einbuchtungen, in denen die Regenwasser hinabstürzen, folgen. An solchen Stellen ruht oft die Strasse fast ganz auf Pfählen, welche in die Schiefer eingerammt sind, sodass sie schief nach oben herausstehen. Sie konnten wohl die Bewunderung des Pater Martini erregen; denn

in Europa kannte man zu seiner Zeit kaum Kunstbauten solcher Art auf einer grossen Verkehrsstrasse.

Gerade in dieser Strecke ist die Strasse nicht überall erhalten, da sie durch die in dem Gebiet der Wutai-Schichten häufigen Auswaschungen und Bergabrutschungen, sowie durch Abnutzung gelitten hat."

Auf der Strecke zwischen Wu-kwan bis Ma-tan wird der bei Ma-tan-yi mündende Fluss auf einer Kettenbrücke überschritten. Diese Konstruktion besteht aus sechs straff gespannten, 50 Fuss langen eisernen Ketten, die in geringem Abstande nebeneinander liegen und zu beiden Seiten in dem Fels befestigt sind. Quer zu den Ketten sind auf denselben Bretter verlegt. Angaben über das Alter dieser Brücke oder dieser Konstruktionsweise hat v. Richthofen nicht gegeben.

In der Schlucht des Hei-lung-kiang, auf der Strecke zwischen Ma-tan und Ma-ping-sz' war die Herstellung der Strassenanlage am schwierigsten. Dieselbe ist hier an den Felswänden entlang durch Mauerung aufgedämmt oder durch eingerammte Pfähle gestützt. An denjenigen Stellen, wo die urälteste Arbeit am besten erhalten ist, findet man, wenn zur Seite ein Abgrund droht, eine fusshohe gemauerte Brustwehr angebracht. In späteren Zeiten hat man sich die Mühe einer solchen Arbeit nicht gegeben, und wo der alte Bau zerstört ist, wurde wenig für die Wiederherstellung gethan.

Ueber die landschaftliche und geologische Gestaltung der genannten Schlucht sagt v. Richthofen:

„Die furchtbare Wildheit hat ihre Ursache theils in dem Umstande, dass die Schlucht sehr harte Gesteine quer gegen die Streichrichtung durchsetzt, theils darin, dass das Gebirge an absoluter Höhe kaum abnimmt, die relative Höhe daher thalabwärts wächst. Der geologische Bau bietet auf dieser Strecke grosses Interesse. Glimmergneiss in normalster Ausbildung, an vier Stellen mit krystallinischem Kalksteine wechselnd, waltet vor.

Beide Gesteinskomplexe sind von Granitgängen durchsetzt. Die Schichten fallen sehr steil, stehen zum Theil senkrecht. Die Kalksteineinlagerungen haben stets bedeutende Mächtigkeit und bestehen theils aus homogenen Massen, theils aus den beschriebenen Wechsellagerungen mit Gneiss. Der Granit der Gänge ist fast ausnahmslos sehr grobes Gestein, in welchem die Orthoklaszwillinge bis sechs Zoll Durchmesser erreichen und Quarz und Glimmer entsprechende Grösse haben. Schwarzer Glimmer findet sich in allen Gängen, in einigen tritt daneben auch weisser auf.

Die Gneisszone endigt mit einer Felsklamm von grossartiger Wildheit. Sie führt den Namen Lui-kian-tan und hat eine Länge von 15 Li. Man betritt sie 12 Li unterhalb Tsing-kian-pu. Die starren Gneisswände, der brausende und tosende Strom, welcher die Tiefe allein ausfüllt, und die an den Felsen sich hinwindende belebte Strasse vereinigen sich zu einem Bild von kühnster Romantik. Die Klamm wird durch einen besonders festen Gneiss

verursacht, der grosse rothe Orthoklaskrystalle enthält und dadurch von dem sonstigen Gneiss der Gegend abweicht. Zuweilen hat er ein granitartiges Gefüge. Die Strasse musste auf grösseren Strecken in diesem harten Gestein vollständig ausgemeisselt werden.

Der letzte Theil des Weges, zwischen Ma-ping-sz' und Pan-tshöng-hsiën hat ebenfalls den Charakter einer echten Bergstrasse und schliesst mit einer der steilsten Strecken, da der Fluss gerade vor seinem Austritt aus dem Gebirge die engste Klamm seines ganzen Laufes durchströmt. In dem letzteren Theil tritt dünngeschichteter Quarzit in senkrechter Stellung, dann hellfarbiger Thonglimmerschiefer auf. Die Strasse konnte in den Glimmerschiefer-Engen durch Ausmeisselungen den Felswänden abgerungen werden, während in der Tiefe der Fluss bald brausend über Felstrümmer stürzt, bald tiefe, unruhige Becken von dunkelgrüner Farbe bildet. Die senkrechten Schichten des Quarzites aber werden von dem Flusse in einer von unten bis oben so engen und steilwandigen Schlucht quer durchbrochen, dass die Strasse an den Felswänden keinen Platz finden konnte. Daher verlässt sie die Tiefe und windet sich ungefähr 900 Fuss an Gehängen hinauf nach dem Pass Ki-tau-kwan (Hahnenkopf-Pass), der durch einen Tempel und ein Thor bezeichnet ist. Diese Strecke ist eine durchaus antike Strasse, 8 bis 10 Fuss breit, in Treppen angelegt und mit Brüstung versehen. Eine erhebliche Zerstörung hat nicht stattgefunden."

Eine andere alte Reichsstrasse befindet sich in Sz'-tshwan. Dieselbe führt über den Wu-ting-kwan (Fünfmännerpass) und wird der Zeit des Kaisers Tsin-Shï-Hwang-Ti zugeschrieben. — Dieser Kaiser hatte bei Han-tshung-fu Truppen stehen, mit deren Hilfe er Sz'-tshwan erobern wollte und bei welcher Gelegenheit nach einer Sage durch seine List die Strasse von Han-tshung-fu nach Tshöng-tu-fu erbaut wurde. Eine Zeitangabe über diesen Bau findet sich nicht, doch wird derselbe für älter als die Strasse über den Tsin-ling-shan gehalten.

Die eigenthümliche Gestaltung und die geologischen Verhältnisse Chinas erschweren den Strassenbau an vielen Stellen ausserordentlich. Nach v. Richthofen haben es die Chinesen mit bewunderungswürdigem Geschick verstanden, in dem Gewirr von Schluchten, das jedem Versuch zu einer anschaulichen Darstellung trotzt, die geeignetsten Wege für ihre Verkehrsstrassen zu finden. Namentlich in den in China weitverbreiteten Lössgebieten ist der Strassenbau sehr erschwert. Während die Herstellung von Verbindungswegen auf dem ebenen Grunde vormaliger Seebecken keinerlei Schwierigkeiten verursacht, werden dieselben sehr gross, wenn der Weg quer über einzelne Lössrippen hinwegzuführen ist, wie solches an der grossen Hauptverkehrsstrasse von Shansi über den berüchtigten Han-sin-ling-Pass der Fall ist. Derartige Strassen müssen fortdauernd verändert werden. Die Bilder, welche diese Lösslandschaften gewähren, sind höchst eigenartige. In dem Löss gräbt das Wasser

tiefe Kanäle und bilden sich daher unzählige Schluchten. Besonders eigenartig gestalten sich die Bilder an den Stellen, an welchen sich viele dieser Schluchten vereinigen und Lösspfeiler von mehreren hundert Fuss Höhe den Raum zwischen den beiden Enden einnehmen. Nach jeder Seite terrassiren sich die Flächen ab und laufen schliesslich in einen spitzwinkligen Grat aus. Diese Theile nehmen die Formen von Burgen, Kastellen, karnelirten Wällen, Thürmen und Obelisken an.

Durch die Räder der Wagen und den Huf der Lastthiere wird der Boden gelockert. Der Wind führt den Staub hinweg und im Laufe der Zeit bilden



Abb. 59.
Chinesische Losslandschaft.

sich Hohlwege von 50 bis 100 Fuss Tiefe, in welchem Falle alsdann der Weg verlassen wird. Die chinesischen Strassen führen daher nicht selten von einer gepflasterten Fläche in einen tiefen Hohlweg hinab, aus welcher Tiefe die Strasse nach einigen Tausend Schritt wieder an die Oberfläche zurückkehrt.

In manchen dieser Hohlwege sind Oeffnungen angebracht, durch welche das sich ansammelnde Wasser seitwärts abgeleitet wird.

So aussichtslos eine solche Entwässerung in Einschnitten, die von 100 Fuss hohen, steilen Wänden eingeschlossen sind, auch erscheint, so fliesst das Wasser dennoch ab. In solchem Falle ist nämlich die eine Seite des Hohlweges eine

natürliche, freistehende Erdmauer, d. h. der Weg ist dicht neben einem senkrechten, in gähnende Tiefe hinabreichenden Abgrund eingeschnitten.

Abb. 59 giebt die Aussicht auf Lössschlnchten durch eine Oeffnung in der Wand eines Hohlweges am Pass Han-sin-ling in Shansi und lässt die Gestaltung dieser Lösspartbien erkennen.

Die Führung der chinesischen Strassen ist in diesen Gegenden eine sehr schwierige und bedingt ausserordentliche Geschicklichkeit im Traciren.

Die Landstrassen waren bereits einige Jahrhunderte v. Chr. mit allem ausgestattet, was für die Bedürfnisse der Reisenden erforderlich war. In Entfernungen von 10 Li (4420 m) befanden sich Wirthschaften, woselbst die Reisenden essen und trinken konnten. In Abständen von 30 Li waren grössere Herbergen vorhanden, in welchen 100 Personen Unterkunft finden konnten. Die Strassenoberflächen scheinen zu jenem Zeitpunkte in gutem Zustande gewesen zu sein, da sie gestatteten, dass man in eilendem Fluge mit Jagdwagen darüber rollte.

Götz ist der Ansicht, dass die meisten Landstrassen Chinas hauptsächlich zu dem Zwecke erbaut wurden, um die eminent zahlreichen natürlichen Wasserstrassen (und einige Kanäle) durch entsprechende Festlandswege mit einander in Verbindung zu bringen.

5. Strassenbauten der Inder.

Religion und Sitte geboten den Indern, die Landstrassen in gutem Zustande zu erhalten, sowie für Brücken und schattige Ruheplätze, für die Sauberkeit und den Schmuck der Wege zu sorgen. In dem alten indischen Nationalepos „Ramayana“ werden besondere Wegebeamte angeführt. Manus Gesetzbuch (wahrscheinlich um das 4. Jahrh. v. Chr. verfasst), enthält Vorschriften für die Wegeunterhaltung. Ebenso empfahl Buddha (gest. 543 v. Chr.) die Pässe und Wege der Sorgfalt der Frommen. Bei grossen Festen und bei dem Durchzug des Königs wurden die Strassen mit Myrthen und Orangenknospen bestreut, die Bäume, die an den Wegen entlang standen, wurden mit Guirlanden umwickelt und durch solche mit einander verbunden. Im dritten Jahrhundert vor Chr. liess der König Acoka Wege anlegen und dieselben mit Karawansereien, Bäumen und Meilenzeigern versehen. Alle 10 Stadien (= 1/4 geographische Meile) war eine Säule gesetzt, welche die etwaigen Nebenwege und die Entfernungen angab. Zur Aufrechterhaltung der Ordnung auf diesen Strassen schuf Acoka eine Strassenpolizei. Zwecks Herstellung dieser Wegezüge wurden Bäume entfernt, der Boden geebnet, Felsen durchbrochen und Brücken erbaut. Zum Abzuge des Wassers wurden Kanäle an wasserreichen Stellen gegraben.

6. Strassenbauten der Phönizier und Griechen.

Einen ausserordentlichen weittragenden Einfluss auf die Förderung der Ingenieurtechnik übten die Phönizier aus. Dieses Volk nimmt zweifellos unter den Lehrmeistern der Menschen einen der ersten Plätze ein, wenn auch nicht geleugnet werden kann, dass dieser Einfluss in sittlicher Beziehung keineswegs stets ein günstiger war.

Die phönizischen und syrischen Städte Sidon, Tyrus, Biblus und Damaskus, sind uralt. Durch ihre Lage an der wichtigsten Handelsstrasse zwischen Asien und Afrika erlangten sie eine besonders grosse Bedeutung.

Mit ihrer zur hohen Ausbildung gekommenen Schiffahrt, die zunächst Küstenschiffahrt war und sich nach und nach in alle Gegenden der damals bekannten Welt erstreckte, brachten die Phönizier den westlichen Völkern nicht nur ihre und fremde Erzeugnisse, sondern auch ihre vielfach allerdings von fremden Völkern erworbenen Kenntnisse.

Die Spuren der eigenen Thätigkeit sind befremdender Weise nicht sehr zahlreich. Die Weghahnung war in dem Lande, in dem an manchen Stellen Meer und Gebirge hart aneinander grenzen, nicht immer leicht, und nicht selten musste der künstliche Bergpfad in dem abschüssigen Gestein des Uferhanges ausgebrochen werden. Vielfach scheinen die Phönizier allerdings auch von dieser Arbeit Abstand genommen und die unterbrochene Landstrasse durch die eingeschaltete Wasserverbindung mit einander in Zusammenhang gebracht zu haben. An andern Stellen jedoch, wie am Ras en Nakura, führten sie die nicht leichten Wegeverbindungen aus, wenigstens sieht Pietschmann die sogenannte Treppe der Tyrier für ein Werk derselben an, auf der man sich von Süden her der Stadt Tyrus näherte.

Ritter hält es für wahrscheinlich, dass die Phönizier bereits die grosse Strasse von Sidon nach Damaskus angelegt haben, mit den in die Felsen gehauenen Wegen, Grottenmagazinen und Bergschlössern zum Schutze des auf dieser Strasse stattfindenden Verkehrs. Diese Strasse dürfte auf einer Brücke über den Kasimiyeh geführt worden sein.

Guys berichtet, dass er wiederholt erhöhte antike Steindämme gegen Ba'albek hin angetroffen hat, die nach Ritters Anschauung mit alten Kommerzstrassen von der Küste nach der genannten Stadt in Zusammenhang zu bringen sein dürften.

Von den in den phönizischen Kolonien entstandenen Wegebauten ist besonders die Herstellung einer Verbindung über den am Vorgebirge Merusato belegenen Sumpf zu erwähnen. Dieser Sumpf wird von dem Giessbach Cinifo des Wadi Quaam gebildet. Zu dem genannten Zweck wurden lange Mauern und Brückenbogen errichtet, deren Pfeilerreste Della Cella aufgefunden hat.

Phönizischer Einfluss ist namentlich für den Wegebau der Griechen nachweisbar, über welchen Curtius ausführliche Aufklärungen gegeben hat.

Die folgenreiche Wirksamkeit der Phönizier in Griechenland fällt in eine sehr frühe Zeit. Zu dem Zeitpunkte, mit welchem für uns die Geschichte der Griechen überhaupt beginnt, waren sie bereits aus dem Lande verdrängt. Die Phönizier hatten sich nicht mit dem Fang der Purpurmuscheln an den griechischen Gestaden begnügt, sondern waren tiefer in das Land eingedrungen und hatten es nach Kupfer und anderen Metallen durchsucht. Aus den griechischen Urwaldungen schafften sie Holz an den Strand, und auf den ältesten Nutzwegen, über die eine Kunde vorliegt, wurde das Holz aus dem Gebirge nach den Städten transportirt. Dort, wo Felsboden sich vorfand, genügte die Herstellung von Lichtungen und die Ebnung des Felsgesteins, um brauchbare Wege entstehen zu lassen. In den sumpfigen Niederungen mussten dagegen Dämme aufgeworfen werden, die gleichzeitig als Deiche ausgenutzt wurden, um die tiefliegenden Felder vor Ueberschwemmungen zu sichern.

In den Darstellungen der homerischen Zeit zeigen die Helden ihre Kunst im Wagenlenken, was brauchbare Wege voraussetzt. In späterer Zeit nahm mit der Ausbildung der republikanischen Anschauungen die Benutzung der Wagen ab. Es widersprach dem Sinne für Einfachheit und dem Gefühl der Gleichheit, dass die reicheren Bürger in Wagen an den ärmeren vorübereilten. Mit einem Wagen sich innerhalb der Thore zu zeigen, war etwas Ausserordentliches. Selbst das Wagenfahren in der Umgebung der Städte galt nach und nach als ein Zeichen der Verweichlichung und der Prunksucht. Die letzteren Anschauungen konnten dem Wegebau naturgemäss nicht sehr förderlich sein.

Zwei Momente blieben jedoch bestehen, die Anlass zur Schaffung von Kunststrassen gaben, die Führung der Festzüge zu den nationalen Heiligthümern und der Waarentransport aus dem Binnenlande nach der Küste. Der günstige Umstand, dass allen griechischen Stämmen die gleiche Religion gemein war und von Allen die Heiligthümer in gleicher Weise verehrt wurden, hatte im Gefolge, dass nach diesen Strassen gebaut wurden, von einer Grösse und Güte, wie solche aus dem immerhin geringen Bedürfniss des Handels allein nicht hätten geschaffen werden können. Es galt jedoch nicht nur für die Besucher der Tempelfeste Wege herzustellen, sondern dieselben mussten auch derart angelegt werden, dass sie den Transport der Wagen gestatteten, auf welchen den Göttern die heiligen Gegenstände zugeführt wurden und sich die Priesterinnen nach den Tempeln ihrer Gottheit begaben. Mit der fortschreitenden Kolonisation und der Wanderung der Stämme nahm die Anzahl der heiligen Strassen stetig zu. Nach dem alten Glauben waren auf diesen Wegen die Götter einst selbst gewandelt.

An diesen ältesten Tempelstrassen entwickelte sich die Technik des Strassenbaues, die in Griechenland eine eigenartige Ausbildung erfuhr. Um dem Hauptverkehrsgegenstand, dem hochgebauten, geschmückten und beladenen Festwagen, jegliche Störung bei dem Transporte fernzuhalten, schrieben die Griechen den Wagenrädern eine genaue Bahn vor. Sie bewirkten dies dadurch,

dass sie in den felsigen Boden Spuren für die beiderseitigen Wagenräder einarbeiteten. Diese ausgehauenen und geglätteten kleinen Kanäle sind auch heute noch vorhanden und erregten die Aufmerksamkeit der Forscher. Man pflegt in diesen antiken griechischen Spurwegen die erste Entwicklungsstufe der Eisenbahnen zu erblicken. Wie bei diesen wurde bei den griechischen Spurwegen nicht der ganze Damm fahrbar gemacht, sondern nur die zur Aufnahme der Räder dienenden Gleise. Die Tiefe der Rinnen beträgt 5—7 cm, ihr Abstand von einander schwankt zwischen 90 und 160 cm. Der Fahrweg über den Taygetos weist beispielsweise Spuren auf, die 7 cm tief, 15 cm breit sind und einen Abstand von 90 cm besitzen.

Das Einschneiden der Gleisfurchen war somit die Hauptaufgabe des griechischen Wegebaues, und hierauf führt Curtius den, den alten Sprachen gemeinsamen Ausdruck „den Weg schneiden" zurück. Selbstverständlich musste sich bei einer solchen Wegeausbildung dieselbe Schwierigkeit für das Ausweichen ergeben, wie bei den Eisenbahngleisen. So lange diese Schwierigkeit durch Ausweichen nicht beseitigt war, mussten häufig Streitigkeiten zwischen den Begegnenden entstehen, und hierauf dürfte auch der Streit zwischen Laïos und Oedipus zurückzuführen sein. Der Wagenlenker des Königs Laïos gebot Oedipus auszuweichen, doch weigerte sich dieser, solchem Ansinnen Folge zu leisten, welche Streitigkeit zu dem Todtschlag des Königs durch seinen ihn nicht kennenden Sohn führte.

Wo kein Doppelgleise vorhanden war, wie solches wohl auf den meisten Strecken der Fall gewesen sein dürfte, wurden Ausweichen angelegt. An solchen Stellen bogen die eingehauenen Gleise halbkreisförmig nach beiden Seiten aus. An diesen Plätzen mussten die Wagen auf einander warten. Es waren die breitesten Wegestellen und die belebtesten Punkte derselben, an welchen durch Errichtung von Herbergen für die Beköstigung der Reisenden gesorgt war.

Die Anlage der Wege lässt eine auch bei anderen Schöpfungen dieses Volkes hervortretende Eigenthümlichkeit erkennen, die Scheu, natürliche Hemmnisse gewaltsam zu beseitigen. Curtius hat diese Eigenschaft des griechischen Volkes besonders betont und auf den Unterschied zwischen der Handlungsweise der Barbaren und der Griechen hingewiesen. Er stellt dem Verhalten der Griechen das der Barbaren gegenüber, deren Heeren Truppenabtheilungen vorauszogen, welche alle Gefahren und Schwierigkeiten des Weges ohne Rücksicht auf das Verhältniss zwischen Mittel und Zweck zu beseitigen hatten. Berge und Hügel wurden geebnet und die Thäler erhöht. Namentlich erinnert Curtius an die Durchstechung der Halbinsel Athos durch die Perser.

Die Hellenen passten ihre Wege und Wasserleitungen den Terrainbildungen an, und die alten griechischen Strassen folgten daher allen Winkeln und Ecken der Schluchten. Wo die Natur den Zugang versperrte, verzichteten die Griechen im allgemeinen auf die Anlage fahrbarer Kunststrassen. Steile

Abhänge wurden durch vorsichtige Windungen ihrer Gefahr entkleidet, Hügel und Gebirge nach Möglichkeit umgangen.

Trat der Felsboden nicht unmittelbar zu Tage, so gestaltete sich der Wegebau weniger einfach. Die Wege, die durch Sumpfgegenden geführt werden mussten, zeigen einen ausserordentlich soliden Unterbau.

Bereits oben war erwähnt, dass bei den Griechen der Glaube herrschte, dass auf den sogenannten heiligen Wegen einst die Götter gewandelt seien als sie in das Land kamen, um hier ihre Wohnstätte aufzuschlagen. Hieraus erklärt sich die grosse Bedeutung dieser Wege für die hellenische Religionsgeschichte. In dieser Beziehung treten besonders Apollo, als Ueberbringer der Kultur, Hermes und Artemis hervor. Die Schicksale des Gottes, der die betreffende Strasse gewandelt war, wurden in Denkmälern dargestellt, die an den Strassenseiten Aufstellung fanden. Die heiligen Strassen begannen mit einem heiligen Thor, durch welches die Processionen auszogen, um nach dem am Ende des Weges liegenden Heiligthum zu wallfahren. Zwischen Anfang und Endpunkt der heiligen Strassen war eine Anzahl von Stationen errichtet, die zu der religiösen Bedeutung der Feststrasse in Beziehung standen. Diese Stationen waren z. B. Heiligthümer befreundeter Gottheiten oder es waren Plätze, welche dem Andenken an gewisse Ereignisse im Leben des betreffenden Gottes geweiht oder der Erinnerung an Heroen gewidmet waren, die an dieser Stelle im Dienste der Gottheiten gehandelt oder gelitten hatten. Auf diese Weise wurde besonders das Andenken desjenigen Heroen geehrt, der die heilige Strasse zuerst sicher gemacht hatte. Die Heerstrassen galten als Denkmäler der Pietät und wurden als gottgeweihte Anstalten betrachtet und als solche sowohl im öffentlichen Rechte als im Völkerverkehre anerkannt. Die ältesten Völkerverträge bezogen sich auf die Unverletzlichkeit der Pilger, welche diese Strassen benutzten. Die Scheu vor diesen Satzungen erhielt sich bis zu den Zeiten des immer mehr überhand nehmenden Söldnerdienstes, zu welchem Zeitpunkt die Gier nach barem Gelde und die rohe Beutelust alle anderen Rücksichten in der Kriegführung verschwinden liess. Mit der Heiligkeit der Strassen hängt es zusammen, dass die Alten am liebsten am Rande dieser Wege bestattet werden wollten, kam doch ihren Familiengräbern an dieser Stelle ausser dem allgemeinen Schutz, den Religion und Sitte den Grabstätten verbürgten, noch die besondere Heiligkeit der Gegend zu Gute.

Für besonders ehrenvolle Grabstellen galten die an den Kreuzungspunkten verschiedener Strassen oder an den Thoren belegenen. Der Raum längs der Wege gehörte in der Regel zu dem öffentlichen Grund und Boden. Der Staat verkaufte die Grabplätze und übte über die Anlage und Erhaltung eine gewisse polizeiliche Aufsicht aus. Hierdurch findet die Regelmässigkeit, welche den antiken Gräberstrassen dieser Art eigen ist, ihre Erklärung. Die Gräber wurden durch Mauern und Gitter von dem Wege abgesondert und mit gärtnerischem Schmuck, besonders mit hohen Baumgruppen ausgestattet, eine

Sitte, die frühzeitig in Aufnahme kam und ihre Entstehung dem Morgenlande verdankt.

Die Strassen besassen somit Denkmäler der verschiedensten Gattung und häufig solche, die für die Pilger eine besondere Weihe und Bedeutung erhielten. Es gab Gräber, die im Rufe wunderthätiger Einwirkung standen, z. B. solche, an denen unglücklich Liebende Abhilfe ihrer Noth suchten, oder die für Fieberkranke hilfebringend waren. Diese Punkte bildeten sich zu Wallfahrtsstätten aus.

Die heiligen Strassen wurden so anmuthig wie möglich ausgebildet, um die Spaziergänger anzulocken und dieselben den heiligen Orten zuzuführen.

Die Tempelzugänge waren meistens, wie auch die dazugehörigen Tempelhöfe gepflastert, ein Zeichen, dass den Griechen die Kunst des Pflasterns sehr früh bekannt war. Bereits in der Odyssee werden gepflasterte Märkte und Höfe erwähnt. Aus einer Anzahl Inschriften geht hervor, dass die Pflasterung von Tempelzugängen und Tempelhöfen als ein besonderes Verdienst ihrer Urheber galt. In der Nähe des Heiligthums wurden Statuen und Marmorsessel mit Weihinschriften aufgestellt, die als Symbole der hier thronenden Gottheiten aufzufassen sind. Den Schlusspunkt bildete das Tempelhofthor. Man durfte sich den Göttern nur in der vorgeschriebenen Opferweise und nur auf bestimmten Wegen und durch ein bestimmtes Thor nähern. Die aus verschiedenen Gegenden nach dem Heiligthum führenden Strassen wurden daher vor diesem Thore vereint.

Die Gestaltung des Thores nach Höhe und Breite und seine künstlerische Ausstattung waren ein Massstab für die Bedeutung und Würde des Tempeldienstes des betreffenden Heiligthums.

Die Zahl und die Anlage der Thoreingänge richtete sich nach den das Thor passirenden Processionen; Wagen, Reiter und Pilgerzüge wurden gleichzeitig, aber durch getrennte Oeffnungen in das Innere des Heiligthums geleitet. Die Processionsthore durften nur bei heiligen Anlässen und nur in der Festzeit geöffnet werden. Die Zugänge und Thore eines Heiligthums galten als die Ehre desselben, und hierauf ist es zurückzuführen, dass die christlichen Herrscher sich gegen die Tempelthore wandten und diese Zugänge entweder durch Einbauung enger Pforten sperren oder die Thorflügel ausnehmen liessen, damit die Tempelhöfe offen und somit ihrer Weihe und Ehre entkleidet waren.

Die Anzahl der heiligen Strassen war eine sehr grosse. Als die bedeutendsten sind zu nennen:

Die Strassen von Delphi, Eleusis, Olympia und Miletos, die Strasse von Mylasa nach Labranda, die Strasse des Apollo auf Anaphe, die apollonische Strasse des Battos.

Es ist erklärlich, dass das Vorhandensein der zahlreichen heiligen Strassen dazu führte, dieselben auch dem profanen Gebrauch zu erschliessen. Was durch den Kultus geschaffen war, diente dem allgemeinen Nutzen. Die Tempelstrassen riefen, da sie unter dem Schutze der Religion standen, einen furcht-

losen Verkehr der benachbarten Gauen hervor. Die Tempelfeste selbst wurden zu Jahrmärkten und die durch die heiligen Strassen geschaffenen Vorbilder übten einen guten Einfluss auf die Anlage der übrigen Kunststrassen aus.

Da der Grund und Boden der Wege Gemeingut war, so bildeten dieselben den Gegensatz zu allen für besondere Zwecke verwandten Landstücken. Sie wurden mit Vorliebe als Grenzlinien benutzt, um Staatsländereien und Staatsgebäude, Tempeleigenthum und Privatbesitz scharf gegeneinander abzutrennen. In Staatsverträgen wurden die öffentlichen Wege zur Bezeichnung der Demarkationslinien benutzt.

Die Wege mussten naturgemäss in einem so kriegerischen Lande wie Sparta eine erhöhte Bedeutung erhalten, da hier ein gut angelegtes und unterhaltenes Strassennetz nothwendig war, um die Heeresmacht rasch in die verschiedenen Theile des weitläufigen Gebiets gelangen lassen zu können. In keiner griechiehen Landschaft finden sich so viele Ueberreste alter Strassen und Brücken als in Lakonien. Die Aufsicht über die Wege gehörte in diesem Staate zu den Pflichten des Königs.

Der mächtige Aufschwung, welchen Kunst und Gewerbefleiss, sowie der Handel und die Schiffahrt am Anfange des 6. Jahrhunderts v. Chr. nahmen, bewirkte auch auf dem Gebiete des Wegebaues die Entfaltung einer umfangreichen Thätigkeit. Die Tyrannen, die ihr Emporkommen dem Umschwunge der socialen Verhältnisse verdankten, und welchen reiche Geldmittel zur Verfügung standen, erblickten in der Erbauung grosser, der Allgemeinheit nützlicher Werke, wie Wasserleitungen, Wasserbauten und Wegebauten ein besonders geeignetes Mittel zur Erwerbung der Volksgunst.

Die Pisistratiden begründeten nach einem grossartig angelegten Plane die Wegeordnung in Attika. Von dem Centrum der Stadt Athen aus führten nach allen Seiten breite Strassen, die den attischen Markt nicht nur mit den Gauorten des Landes, sondern auch mit fernen Punkten von Hellas in Verbindung setzten. Von diesem Mittelpunkte aus wurden die Entfernungen der wichtigsten Städte bezeichnet, eine Sitte, die sich späterhin von Griechenland nach Rom übertrug. Zu der Ausstattung der Strassen gehörten in erster Linie Einrichtungen für die Wanderer, d. h. Rastörter. Als solche wurden von den Griechen in die Felsen gehauene Stufen und Bänke an anmuthigen, zum Verweilen einladenden Plätzen angelegt. Derartige Steinsitze richtete man mit besonderer Vorliebe unmittelbar vor den Stadtthoren ein. An diesen Ruheplätzen sollte sich der ankommende Wanderer vor seinem Eintritt in die Stadt abkühlen und erholen. Hier versammelten sich des Abends die Bürger zum Gespräch.

Nur vereinzelt scheinen regelmässige Baumreihen längs der Kunststrassen vorhanden gewesen zu sein. An passenden Stellen wurden Hermen, zu Ehren des Gottes des Geleites, aufgestellt. Diese Hermen dienten als Wegweiser, sie bezeichneten den Rand des Weges und begrenzten öffentliches und privates

Eigenthum. Besonders gern wurden sie neben Quellen aufgestellt, an welchen schattige Ruheplätze angelegt wurden.

Auch die Thore wurden mit Statuen des Hermes geschmückt, welcher Gott dem Wanderer bei seinem Eintritt in die Stadt seinen besonderen Beistand leisten sollte.

Zum Schluss der Schilderung der griechichen Wegebauten möge auf eine höchst eigenthümliche Strassenanlage hingewiesen werden, die sich bei Stephani in der Nähe einer etwa 4200 m langen Mauer findet. Der Zweck der letzteren hat bisher nicht mit Sicherheit bestimmt werden können. Man vermuthet, dass sie als Zollgrenze gedient hat.

Die Mauer wird hier in der Höhe von 181 m über dem Meere durch einen Weg geschnitten, der sich nach Westen in drei Theilen verfolgen lässt. Die einzelnen Strecken laufen fast horizontal, besitzen aber eine ausserordentlich verschiedene Höhenlage. Der erste Wegetheil hat die Höhe von 174 m, der zweite liegt 34 m tiefer und der dritte abermals 15 m tiefer.

Eine Vermittlung zwischen diesen Strecken wäre nur durch grosse Serpentinen möglich gewesen, von denen jedoch keine Spuren zu entdecken sind. Man ist zu der Vermuthung gekommen, dass hier Hebevorrichtungen für die Lastbeförderungen benutzt worden sein dürften.

Sollte diese Vermuthung den einst bestehenden Verhältnissen thatsächlich entsprechen, so wäre die genannte Stelle ein Beispiel für eine sehr merkwürdige Lösung einer schwierigen Tracirungsaufgabe.

Von der hochberühmten heiligen Strasse nach Eleusis sind nur wenige Reste erhalten, die in ingenieurtechnischer Beziehung von Interesse sind. So finden sich bei dem Kloster Daphni Pflasterspuren in einer Breite von 4,7 m. Die Strasse hatte hier scheinbar seitwärts erhöhte Fusswege.

Bötticher ist der Ansicht, dass der künstlich angelegte Damm, auf welchem diese heilige Strasse durch die Ebene Demos Thria geführt ist, die von einer Anzahl Gebirgsbäche durchflossen wird, ein Werk Hadrians sei, welchem Fürsten wahrscheinlich auch die Dämme, die dem Orte Eleusis Schutz gegen die Hochwassermassen gewähren, zu verdanken sind. Ein Werk dieses Kaisers ist ferner die Brücke, auf welcher die Strasse einen der erwähnten Bäche überschreitet.

In besonders grossem Umfange finden sich die in den Felsboden eingearbeiteten oder eingefahrenen Wagengleise in der berühmten griechischen Kolonie Cyrene. An diesem Orte zeigen alle Strassen derartige Radspuren. An den Strassenseiten sind grosse Bassins zur Aufnahme des Regenwassers angeordnet.

7. Strassenbauten der Perser.

Den Persern kommt das Verdienst zu, auf dem Gebiete des Wegebaues eine umfangreiche und sehr fördernde Thätigkeit ausgeübt zu haben. Nicht

mindere Verdienste erwarb sich dieses Volk durch die Regelung des auf den Strassen stattfindenden Verkehrs.

Die Schaffung des grossen persischen Reiches durch Cyrus gab die Möglichkeit der Herstellung weit ausgedehnter Verkehrswege, auf welchen der Waarentransport ohne Furcht vor willkürlicher Belastung erfolgen konnte.

Die Eintheilung des mächtigen Reiches in Satrapien schuf naturgemäss das Bedürfniss nach einer regelmässigen und schnellen Verbindung der Kapitale mit den Hauptstädten der Provinzen und unter den letzteren selbst, wodurch die Herstellung brauchbarer Wege auf das Kräftigste gefördert wurde.

Im Perserreich war im Gegensatz zu einer Anzahl anderer antiker Länder der Landverkehr die Hauptsache, ihm zu Liebe vernachlässigten die Perser den Schiffsverkehr, und diese Vorliebe liess sie sogar nicht davor zurückschrecken, die durchgehende Schiffahrt auf dem Tigris durch Querdämme unmöglich zu machen. Der direkte Zweck dieser Dämme war allerdings, eine Aufstauung des Wassers zu bewirken und Schutz gegen vordringende Seeräuber zu gewähren, aber hierdurch wurde eine so starke Beeinträchtigung des Schiffsverkehrs herbeigeführt, dass man annehmen muss, er sei den Persern der wenig wichtigere gewesen.

Von Susa, der Residenzstadt, erstreckten sich Strassen nach Kleinasien, nach Ekbatana, nach Sogdiana, nach Persepolis und nach Babylon.

Diese verschiedenen Routen besassen jedoch keineswegs die gleiche Wegebeschaffenheit.

Von Persepolis führte eine Strasse nordwärts nach Ekbatana und eine nach Raga oder Rhagae. Von dem Wege nach Tahae zweigte ein Weg ab, der durch die Ebene von Mal-Amir führte und von dem vor Mal-Amir, an der Stelle, wo er von den Bergen herabsteigt, noch die Ueberreste vorhanden sind. Dieselben bestehen aus einer Pflasterung von 8—9 Fuss Breite. Dass letztere Strasse bereits unter den Achämeniden bestanden hat, schliesst man daraus, dass unter den Nachfolgern Alexanders von einer gepflasterten Strasse an jener Stelle die Rede ist. Bei Holwan wurde eine der Königsstrassen von einem Handelswege gekreuzt, der aus Syrien kam und beim Zeugma den Euphrat überschritt. Die Strasse wandte sich bei Harran südwärts nach Nikephorion und folgte dem Euphrat bis jenseits des Einflusses des Nahr Malka, um dann quer durch die Ebene nach Seleucia zu führen. Die Fortsetzung erstreckte sich durch das Thal von Kermanschah über Ekbatana nach Raga, sowie nach Kumisch, Nesa, Merw, Herat, Farrah, Palaluk und Arachosien. Von Merw ging die Strasse nach dem Lande der Serer, d. h. China. Der eine Weg ging bei Attok über den Indus und führte weiter nach Thibet, der andere ging über Baktra am Oxus nach Chotan.

Grosse Strecken dieser Strassenlinien zogen sich an den Gebirgserhebungen hin, woselbst die Trace günstiger als in dem ebenen Land war, da die Passanten in der Höhe weniger den Belästigungen durch heisse, trockene Luft ausgesetzt

waren und das vorhandene feste Material den Strassenbau erleichterte, während in der Ebene die Strassen im Bereiche des Flugsandes und der Ueberschwemmungen durch die Ströme gelegen hätten. Auch eine eventuelle Ueberbrückung der Flussläufe war in der Nähe des Gebirges leichter ausführbar, da die Flussrinnen hier enger und fester sind.

Die hervorragendste persische Strasse war die von Susa nach Sardes und Ephesus führende Königsstrasse, deren Länge etwa 2600 km betrug und die mit Skulpturen, Palästen, Feuertempeln und Brücken geschmückt und ausgestattet war.

Einzelne Strecken dieser Strassen waren in kunstvoller Weise in den Felsen gehauen, so in dem Thale des Holwanbaches. Herodot hat von dieser Strasse die folgende Beschreibung geliefert: „Mit diesem Wege verhält es sich nämlich also: Aller Orten sind königliche Stationen und die herrlichsten Herbergen, und es geht der ganze Weg durch bewohntes und sicheres Land. Durch Lydien und Phrygien sind es nun zwanzig solcher Stationen, eine Strecke von vierundneunzig und einer halben Parasangen (nach Kiepert ist eine Parasange 5,56 km), auf Phrygien folgt dann der Fluss Halys, an welchem die Thore stehen, durch welche man nothwendig hindurch muss, um über den Fluss zu kommen, und dabei befindet sich eine starke Wache. Ist man über den Fluss hinüber in Kappadocien eingetreten und reiset hier weiter bis zu den Grenzen Ciliciens, so sind es achtundzwanzig Stationen und hundertundvier Parasangen. An dieser Grenze muss man durch doppelte Thore hindurch und an einer doppelten Wache vorbeiziehen. Ist man durch diese Thore hindurch und nimmt den Weg nach Cilicien, so sind es drei Stationen, fünfzehn und eine halbe Parasangen. Die Grenze Ciliciens und Armeniens macht ein Fluss mit Namen Euphrat, über welchen man auf Schiffen setzt. In Armenien sind es fünfzehn Stationen zur Beherbergung und sechsundfünfzig und eine halbe Parasangen, auch befindet sich dabei eine Wache. Vier Flüsse, über welche man auf Schiffen setzen kann, fliessen durch dieses Land und man muss durchaus über dieselben fahren. Der erste ist der Tigris, hernach kommt der zweite und der dritte, welche denselben Namen haben, ohne dass es ein und derselbe Fluss wäre, und sie kommen auch nicht aus derselben Gegend; denn derjenige von ihnen, welcher zuerst genannt ist, kommt aus Armenien, der nachher genannte aus dem Lande der Matiener, der vierte dieser Flüsse, welchen Cyrus einst in dreihundertundsechzig Kanäle vertheilte, hat den Namen Gyndes. Tritt man aus diesem Armenien in das Land der Matiener, so sind es vier Stationen; geht man dann von diesem Land hinüber in das Kissische Land, so sind es elf Stationen und zweiundvierzig und eine halbe Parasangen bis zu dem Fluss Choaspes, über den man ebenfalls mit Schiffen setzen kann; an ihm ist die Stadt Susa erbaut. Alle diese Stationen machen zusammen hundertundelf, und ebensoviele Herbergen oder Stationen sind es, wenn man von Sardes den Weg hinauf nach Susa macht."

Diodor giebt die Beschreibung zweier Strassen aus Susiana nach Medien. Die eine Strasse bezeichnet er als eine Königsstrasse. Dieselbe erstreckte sich in ihrem ersten Theil von Susa nach Ekbatana. Sie führte über die Rücken der Berge hinweg und war sehr schön und herrlich, jedoch sehr sonnig und langwierig, da man bis Ekbatana fast 40 Tagereisen branchte.

Die zweite Heerstrasse ging durch das Land der Kossäer über steile Berge. Sie war kürzer und kühler, aber gefährlich und beschwerlich.

Nach Justi ging die eigentliche Königsstrasse, die theilweise bereits in vorpersischer Zeit bestand, von Susa über Arbela, Ninive und Sapphe nach Nisibin. Bei Zergawe setzte sie über den Tigris. In der Nähe von Amida ging sie über den Tigris zurück nnd setzte bei Melitene über den Euphrat, ging dann weiter über Komana nach Ancyra, Pessinus, Synnada und endigte in Sardes.

In der Umgegend von Melitene, die anch heute noch ausserordentlich reich bewässert ist, dürfte bereits im hohen Altherthnm ein ausgedehntes Irrigationssystem znr Ausführung gekommen sein.

Ritter vergleicht diese paradiesische Gegend mit dem Paradiese bei Ekbatana, Artemis und bei der Stadt Van am Van-See und weist darauf hin, dass es in der Nähe von Melitene nicht an Denkmalen aus jener Epoche fehle, deren wunderbare Ueberreste die Sage der Semiramis zuschreibt.

Götz giebt für den Verlauf dieser Strasse eine zum Theil von der von Kiepert hierfür angenommenen Route abweichende an. Ueber diese Frage herrscht bis jetzt sonach keine vollständige Uebereinstimmnng. An dieser Stelle kann jedoch auf die Begründung der verschiedenen Ansichten nicht eingegangen werden, und es dürfte für den vorliegenden Zweck genügen, den ungefähren Verlauf dieser Königsstrasse zu kennen.

Auf der dem Werke beigegebenen Karte ist die Königsstrasse Susa-Sardes nach Kieperts Angaben eingetragen.

Die persischen Strassen wurden mit Allem ausgerüstet, was für einen schnellen Verkehr erforderlich war. Wir wissen durch die Beschreibungen Xenophons und Herodots, dass in Entfernungen eines Tagerittes Stallungen errichtet waren, in welchen Pferde für den Bedarfsfall bereit gehalten wurden und woselbst durch Nachtdienst auch für eine Postablösung während der Nacht Sorge getragen war. Herodot schreibt von dieser Einrichtung: „Aller Orten sind königliche Stationen und die herrlichsten Herbergen und geht der ganze Weg durch bewohntes und sicheres Land." Mit den Stallungen waren Unterkunftsräume für die Reisenden verbunden, die mit Baumpflanzungen zum Schutze gegen die Sonne umgeben gewesen sein dürften.

Den Lauf der Pferde nannten die Perser „Angareion", ein Wort, welches später von den Römern übernommen wurde und sich bis zum Beginn des Mittelalters erhielt. Ausser den Pferden wurden anch Maulthiere verwandt. Neben den berittenen Boten gab es auch solche zu Fuss, d. h. Läufer.



Welche Bewunderung die Kurierpost der Perser bei Herodot erregte, geht aus seiner Aeusserung hervor: „Es giebt nichts auf der Welt, was schneller geht wie diese Boten."

Was die auf den persischen Hauptstrassen erzielten Leistungen anbetrifft, so gelangten königliche Botschaften von Susa nach Babylon in 1½ Tagen. Von Susa nach Sardes, eine Entfernung, welche im allgemeinen zu 90 Tagereisen angenommen wurde, gebrauchten die reitenden Posten nur 10 Tage.

Die persische Kurierpost war in der Hauptsache eine Schöpfung des Darius Hydaspes (521—485 v. Chr.).

Nach dem Zusammenbruch des grossen persischen Reiches wurden die persischen Verkehrsverhältnisse zunächst durch Alexander aufrecht erhalten, infolge der Kürze dieser Wirksamkeit geschah dies jedoch nicht in besonders weitgehender Weise. Später wandten die Seleuciden diesen Verhältnissen ihre Beachtung zu.

Auf die Thätigkeit der Sassaniden glaubt man eine grosse Heerstrasse zurückführen zu können, welche Shuster am Kuran oder Karun mit Ispahan verbindet. Diese zum Theil in die Felsen gehauene Kunststrasse ist bisher nicht genau erforscht. Dieses Werk und namentlich eine auf dieser Route vorhanden gewesene Brücke, deren Ueberreste noch sichtbar sind, wird von den orientalischen Autoren in den hochtönendsten Worten als ein Wunderwerk aus der Sassanidenzeit gerühmt.

Auf letzteres Bauwunder, das Zacarya Kazwini nach der Mutter Ardeschirs (226—240 n. Chr.) Harah Zad nennt, wird im Kapitel „Brückenbau" zurückzukommen sein.

Leider fehlen bis jetzt eingehendere Beschreibungen der technischen Beschaffenheit der Strassen des alten Persiens.

8. Strassenbauten der Römer.

Dem römischen Volke war es vorbehalten, durch seine Leistungen auf dem Gebiete des Wegebaues diejenigen aller übrigen Völker des Alterthums zu übertreffen. Jahrhunderte lang genügten die Reste dieser gewaltigen Wegebauten fast dem gesammten in vielen Theilen der Erde stattfindenden Landverkehr.

Man hat die Schaffung der Strassen des römischen Weltreichs in Bezug auf ihre Grossartigkeit und hinsichtlich ihrer Ausdehnung mit der Herstellung der Schienenwege in unserem Jahrhundert in Parallele gesetzt. So berechtigt ein solcher Vergleich in gewisser Beziehung sein mag, so wenig trifft er zu, wenn man die Zeitdauer beider Schöpfungen in Betracht zieht.

Ein Vergleich in letzterer Beziehung zeigt, welche Fortschritte die Technik gemacht haben muss und welche Umwandlungen in staatlichen und socialen

Beziehungen eingetreten sein müssen, um es zu ermöglichen, dass innerhalb eines halben Jahrhunderts Schienenwege hergestellt werden konnten von einer Ausdehnung, welche die der Römerstrassen um mehr als das Doppelte übertrifft. Die Zeit, innerhalb welcher die Strassen Italiens hergestellt wurden, betrug 600, und der Zeitraum, in welchem die Strassen in den Provinzen gebaut wurden 400 Jahre.

Die Ursachen, welche zur Schaffung des riesigen römischen Wegenetzes den Anstoss gaben, waren die folgenden:

Als Ziel und Zweck der Strassen-Anlagen des römischen Weltreiches ist die durch diese Anlagen gegebene Möglichkeit der Erleichterung und Beschleunigung des Verkehrs zu bezeichnen. Auch das Streben nach der Volksgunst, der Ehrgeiz einzelner Persönlichkeiten sowie das Bedürfniss zur Beschäftigung der zahlreichen Armeen in Friedenszeiten führte nicht selten zur Anlegung neuer Strassen.

Ein Reich von der ungeheuren Grösse des römischen durfte kein Mittel unversucht lassen, die Schnelligkeit des Verkehrs zwischen der Hauptstadt und den Provinzen zu erhöhen, es war gezwungen, dahin zu streben, die Beförderung der Armeen von einem Orte zum andern in raschester Weise bewirken zu können. Der Grund, welcher zur Zeit eines Napoleon einen Theil der Erde sich mit leistungsfähigen Wegen bedecken liess, war somit in gleicher Weise bei der Entstehung des römischen Strassennetzes wirksam.

Mit Recht fürchteten die römischen Feldherrn die Gefahr, welche in der Beschäftigungslosigkeit ihrer Legionen lag; sie suchten derselben vornehmlich dadurch zu begegnen, dass sie die Soldaten bei der Herstellung von Wege- und Kanalbauten beschäftigten. Zu wiederholten Malen lehnten sich die Soldaten gegen eine solche Thätigkeit auf; so empörten sich unter Augustus vier Legionen, indem sie erklärten, mit dem Feinde, nicht mit den Elementen kämpfen zu wollen.

Von den Soldaten scheint die centuria accessorum velatorum regelmässig mit dem Bau der italischen Strassen, welche auf Staatskosten unterhalten wurden, zu thun gehabt zu haben. In alter Zeit musste diese Truppe diejenigen Wege ausbessern, auf denen das Heer marschiren sollte. Auch in späterer Zeit war für diesen Zweck ein besonderes Corps vorhanden.

Als Beispiele der Herstellung öffentlicher Anlagen durch Soldaten sind die folgenden anzuführen:

Der Konsul Flaminius liess im Jahre 187 v. Chr. die Strasse von Bonia nach Arretium mit Hilfe der Soldaten anlegen, Marius einen Rhônekanal graben, Sulla den Kephissos ableiten.

Die Strasse von Salonae nach Andetrium in Dalmatien wurde durch die VII. Legion, der Weg von Aquincum nach Mursa in Pannonien durch die legio II adiutrix, der Weg von Karthago nach Theveste und die von Lambaesa ausgehende Strasse (via Septimiana) durch die legio III Aug. ausgeführt.

Die Beschäftigung der Soldaten bei den Befestigungsbauten, insbesondere bei den Grenzwällen war ganz allgemein gebräuchlich und erscheint wenig auffällig.

Selbst die Beschäftigung der Soldaten bei Bauten, die in gar keinem Zusammenhang mit dem Militärwesen standen, war nichts ungewöhnliches, so halfen sie bei dem Bau von Tempeln, öffentlichen Gebäuden, Wasserleitungen, Brücken, wie auch mit ihrer Hilfe sogar Bergwerke angelegt und betrieben wurden.

Neben den Soldaten waren bei der Ausführung der Wegebauten die Bewohner der betreffenden Provinzen, sowie zahlreiche Handwerker und Sklaven thätig. Dass die Provinzbewohner, gleich den Soldaten, nicht mit Lust und Liebe Hand an's Werk legten, ist nur zu erklärlich. Die Leitung der Arbeiten lag in den Händen der Ingenieure und Architekten.

Die riesigen Mittel, welche zur Herstellung der Strassen nothwendig waren, wurden einestheils aus den öffentlichen Einkünften bestritten, anderntheils durch die Leistungen einzelner Personen aufgebracht, indem durch Schenkungen, Testamente und Legate dem Wegebaufonds grosse Summen zugingen.

In dieser Beziehung war der Schöpfer des ersten grossen römischen Wegebaues, der Censor Claudius Appius, mit gutem Beispiele vorangegangen. Auch in der Folgezeit galt es als ein besonderes Verdienst, den Wegebau materiell zu unterstützen. Die Kaiser ermangelten nicht, einzelne Persönlichkeiten zu Leistungen in dieser Richtung anzuregen. Auch Cäsar hat diejenigen Senatoren, welchen die Ehre eines Triumphes zu Theil geworden war, und welche die Schätze vieler Fürsten Asiens als Beute nach Rom brachten, zu Wegebauten veranlasst.

Als Lohn wurden den Förderern des Wegebaues hohe Aemter zu Theil, zu ihrem Andenken wurden Medaillen geschlagen und an passenden Stellen Prachtbogen mit reichen kunstvollen Verzierungen errichtet. Der Name Einzelner derselben errang die Unsterblichkeit, indem er auf das geschaffene Werk übertragen wurde. Zu Ehren des Augustus wurden zwei solche Bogen errichtet, als er die via Flaminia wieder hergestellt hatte. Der zu Ehren Trajans erbaute Bogen zu Benevent, der insbesondere zur Erinnerung an die Verdienste dieses Kaisers um den Strassenbau errichtet wurde, steht heute noch.

Wenn auch den Römern nicht die Erfindung der Pflasterung der Strassen zugesprochen werden kann, so gebührt ihnen doch der Ruhm, die Kunst des Strassenbaues im Altertum zur höchsten Vollkommenheit gebracht zu haben.

Die ältesten Wege des Landes verdankten jedenfalls den Etruskern ihre Entstehung. Es finden sich Ueberreste von aus dem Fels gehauenen Strassen, die vielfach mit Felsengräbern besetzt sind. Um das von dem Bergabhang herabströmende Wasser unschädlich abzuleiten, sind diese Wege mit Wasserrinnen an den Seiten ausgestattet.

Die erste wirkliche Kunststrasse entstand bei den Römern am Ende des 4. Jahrh. v. Chr. Es war die Schöpfung des Censors Appius Claudius, die via Appia, welche Rom mit Capua verband.

Verkehrswege von primitiver Beschaffenheit zwischen einzelnen Orten gab es selbstverständlich auch in dem römischen Gebiet schon weit früher. Nissen unterscheidet in der Entwicklung des Wegebaues drei Hauptstufen, die sich bei dem römischen Wegebau an einzelnen Beispielen gut nachweisen lassen.

Auf der ersten Entwicklungsstufe steht hiernach die Verbindungslinie nur im allgemeinen fest; die Wagen fahren bald rechts, bald links, sodass die Fahrstrasse eine grosse, nicht bestimmt begrenzte Breite hat.

Die zweite Stufe wird bezeichnet durch eine Abgrenzung des Weges, jedoch ist hierbei die Breite noch sehr gross bemessen.

Die dritte Stufe bezeichnet die eigentliche, kunstmässig angelegte Strasse. Die Breite wird auf ein weit geringeres Mass reducirt, was angängig ist, da der Fahrdamm sich in einem wirklich fahrbaren Zustand befindet.

Nissen führt auf diese Entwicklungsweise die Ungleichheit in der Breitenangabe von Wegen zurück, deren Unterhaltung einzelnen Gemeinden von Staatswegen auferlegt war. Es finden sich Breitenangaben von 120 Fuss (für Atella und Nola), 80 Fuss (Neapel, Acerrae), 60 Fuss (Nuceria) und selbst von 10 Fuss. Unter Augustus betrug das übliche Breitenmass für den Hauptweg 40 Fuss.

Der genannte Autor weist weiter darauf hin, dass der kunstgemässe Strassenbau erst dann beginnt, wenn die Wege nicht mehr allein den Zwecken der Ackerbauer und Hirten dienen, sondern dazu bestimmt sind, weit entfernte Orte miteinander zu verbinden. Die Isolirung des Einzelnen wie der Gemeinden wird hierbei gewaltsam aufgehoben und die Sperrung einzelner Gemeindewege gegen die Fremden erreicht ihr Ende. Cajus Grachus war die Erschliessung aller Feldwege für die öffentliche Benutzung zu danken, welchem Beispiele später Sulla und Cäsar folgten. Die Aenderung in den wirthschaftlichen Verhältnissen machte zu einem bestimmten Zeitpunkte einen Ersatz der alten Landwege durch Heerstrassen zur Nothwendigkeit.

Während der genaue Zeitpunkt des Beginnes des römischen Kunststrassenbaues in Italien sicher feststeht, ist der Zeitpunkt, in welchem die Erbauung von Strassen in den Provinzen begann, bisher nicht mit Bestimmtheit zu ermitteln gewesen.

Die Viae werden von der römischen Rechtstheorie nach einem doppelten Eintheilungsgrunde klassificirt: 1. Nach der Benutzungsbefugniss, 2. nach der Zugehörigkeit des Weges.

Nach der ersteren Eintheilung unterschied man:

A. Viae publicae: d. h. die der allgemeinen Benutzung freigegebenen Wege. Man unterschied hier weiter:

1. Die viae publicae im engeren Sinne, d. h. die Wege im Staatseigenthum oder Chausseen.

   Zwischen diesen Wegen unterschied man:

a) Viae militares oder consulares (in den Provinzen praetoriae) d. h. Heerstrassen,

b) gewöhnliche Landstrassen, Chausseen von geringerer Breite.

2. Die viae vicinalis, d. h. Kommunikations- oder Vicinalwege, im Eigenthum der Anlieger befindlich.

B. Viae privatae, Privatwege, d. h. solche Wege, deren Benutzung nur besonders Berechtigten gestattet war.

Im Einzelnen unterschied man hierbei Feldwege, Servitutenwege und Feld-Raine.

Die Breite der Strassen (viae) betrug 8 Fuss römisch und war durch das Zwölftafelgesetz vorgeschrieben worden. Diese Breite war gewählt, um das Vorbeipassiren zweier Wagen zu ermöglichen. Der gewöhnliche Abstand der Räder von einander betrug 3 Fuss.

Wege, die nur das Passiren eines Wagens gestatteten, hiessen actus. Ihre Breite war 4 Fuss.

Unter iter verstand man einen Weg, der nur für Fussgänger oder Reiter bestimmt war. Die Breite betrug 3 Fuss.

Semitae nannte man die Fusspfade, die nur halb so breit wie die vorstehend aufgeführten Wege waren.

Die in den Gebirgen für die Herden bestimmten Wege nannte man calles.

Unter Hauptstrassen wurden diejenigen Wegeanlagen verstanden, die von Rom ausgehend sich bis an die Grenzen Italiens erstreckten.

Folgende zehn Strassen wurden als Hauptstrassen angesehen:

1. Via Aurelia,	6. via Tiburtina et Valeria,
2. „ Clodia,	7. „ Labicana et Latina vetus,
3. „ Flaminia,	8. „ Latina nova (?),
4. „ Aemilia,	9. „ Appia,
5. „ Salaria,	10. „ Traiana.

Hierbei ist zu bemerken, dass zwei dieser Strassen, die aemilische und trajanische zwar nicht von Rom unmittelbar ausgingen, nichtsdestoweniger aber zu den Hauptstrassen gerechnet wurden.

Ausserhalb Italiens wurden Strassen von der römischen Regierung nur gebaut, wenn der Grund und Boden in das Eigenthum der römischen Gemeinde übergegangen war. Expropriationen gegen Entschädigungen haben wohl hier und da stattgefunden, doch trat dieser Fall nur ausnahmsweise ein, da in den Friedensverträgen mit den Gemeinden derartige unentgeltliche Abtretungen in dem weitesten Mafse vorgesehen wurden. Später galt in den Provinzen der Satz, dass aller Boden römisch sei, welcher Satz zweifellos im Hinblick auf die leichtere Möglichkeit der Anlegung von Land- und Wasserstrassen aufgestellt worden ist.

Ueberall, wohin die römischen Legionen kamen, entstanden Wegebauten, und diesem Umstande ist die enorme Ausdehnung des römischen Strassennetzes

zu danken. Die Spuren desselben finden sich in Gallien, Germanien nnd Britannien, in Hispanien und Afrika, in Syrien nnd Kleinasien, in Griechenland nnd in den Donauländern, und diese Ueberreste sind zum Theil noch hente von ganz gewaltigem Umfange.

Die römischen Strassen gingen von dem Mittelpunkt der Welt, von dem Forum romannm aus nnd erstreckten sich bis an die Enden fast der ganzen damals bekannten Erde.

Ein übersichtliches Bild über dieses gewaltige Verkehrsnetz gewährt die von Stephan in seiner Abhandlung über das Verkehrswesen des Alterthnms durchgeführte Zerlegung dieser Strassen in fünf getrennte Gruppen. Diese Gruppentheilung ist den nachstehenden Ansführungen zu Grunde gelegt. Die Hanptrouten sind in der beigegebenen Karte eingezeichnet.

Erste Grnppe: Strassenzug Rom-Afrika.

Die Ronte ging von Rom über Capna nach Rhegium, von hier fand die Ueberfahrt nach Sicilien nnd Karthago statt. Von Karthago führte die Strasse westlich bis zu den Säulen des Herkules, östlich bis Alexandria nnd Pelusium nnd von Alexandria nach Süden bis Hierasycaminos nnter dem Wendekreis des Krebses.

Zweite Gruppe: Strassenzug Rom-Asien.

Die Route ging von Rom über Capua nach Brundusium, woselbst die Ueberfahrt nach Dyrrhachium stattfand. Von Dyrrachium ging ein grosser Zweig südlich nach Thessalien und Griechenland, östlich ein solcher bis zum Thrakischen Chersonnes und Byzanz. In Asien trat eine weitere Verästelnng ein:

a) bis Armenien und bis zu dem Phasis,
b) bis zum Euphrat,
c) durch Syrien bis zur Landenge von Suez.

Dritte Grnppe: Strassenzng Rom-Donau-Byzantinm.

Die Route ging von Rom über Ariminium (Rimini) und Aqnileja durch Istrien, Illyrien, Pannonien, Mösien, Thrakien nach Byzantium, von hier über den Bosporus nach Asien.

Vierte Grnppe: Strassenzng Rom-Hispanien.

Die Route ging von Rom über Centumcellae (Civita-Vechia), Pisa, Genna, Massilia, Narbo und die Pyrenäen nach Hispanien.

Fünfte Grnppe: Strassenzüge Rom-Gallien, Britannien und Germanien.

Die Ronte ging von Rom über Mediolanum (Mailand) und die Alpenpässe nach Gallien, Britannien und Germanien.

Ueber diese fünf Gruppen ist im Einzelnen folgendes anzuführen:

Die Gruppe I enthielt die oft erwähnte und viel gerühmte Appische Strasse, die mit Vorliebe von den alten Dichtern „die Königin der Strassen“ genannt wurde. Die eigentliche Appische Strasse endete in Capua. Die Fortsetzung dieser Route führte ursprünglich über Neapolis, Herculanum und Pompeji nach Nuceria; nach der Katastrophe vom Jahre 79 n. Chr., durch welche Herculanum und Pompeji verschüttet wurden, ging der Weg über Nola nach Nuceria und weiter nach Rhegium. Von diesem Orte fuhr man nach Sicilien und zwar nach Messana hinüber. Sicilien war damals ausserordentlich reich an guten Strassen, die alle Hauptorte unter einander verbanden. Die Hauptroute führte über Panormus (dem jetzigen Palermo) nach Lilyhäum. Die Ueberfahrt von hier nach Karthago dauerte ungefähr 24 Stunden.

Von Karthago führte die westliche Hauptstrasse in einer Länge von 249 Meilen durch Numidien und Mauretanien und berührte hierbei die Städte Hippo, Cäsarea und Tingis an den Säulen des Herkules. Von hier aus fand die Ueberfahrt nach Hispanien statt und schloss sich alsdann hier die Route Rom-Hispanien an. Die östliche Strasse ging von Karthago über Hadrumetum, Arsinoe, Cyrene nach Alexandria. Diese Strecke hatte eine Länge von 314 Meilen. In Alexandria schloss sich die Strasse an, die den Nil nach Hierasycaminos hinaufführte. Hierasycaminos war die römische Grenzstadt gegen Aethiopien. Von dem Zwischenpunkte dieser letzteren Route, Koptos, führten zwei Strassen nach den Hafenstädten Myos-Hormos und Berenice am Rothen Meer. Die letzteren Strassen waren, wie in dem Vorangegangenen schon angeführt wurde, bereits von den Aegyptern erbaut. Beide Häfen waren für den Handel nach Indien von grosser Bedeutung. Von Alexandria setzte sich die Route nach Osten über die Landenge von Suez fort und schloss an die nach Antiochia führende Strasse an.

Die Hauptroute der Gruppe II bildete der Weg nach Asien. Die Strasse führte zunächst bis Capua auf der via Appia. Der weitere Verlauf ging über Benevent und Venusia nach Tarentum und weiter nach Brundusium. Bis hierher betrug die Wegeslänge von Rom 76 Meilen. Von Brundusium fuhr man nach Dyrrhachium und ging dann die Strasse in östlicher Richtung durch Epirus, Macedonien und Thrakien nach Byzantinum, welche Route die Städte: Heraclea, Edessa, Pella, Thessalonice, Philippi berührte. Diese Strasse war sehr belebt; von ihr zweigten die Strassen nach Griechenland ab, und zwar ging die eine Abzweigung über Apollonia, Delphi, Koronea, Theben nach Athen, die andere von Pella über Larissa, Pharsalus und durch den Engpass von Thermopylä nach dieser Stadt. Eine dritte Abzweigung fand in Thrakien statt und führte über Aphrodisia und Gallipoli nach dem Chersonnes. Hier schloss sich die Ueberfahrt über den Hellespont an. Die Strasse führte sodann von Lampsakus durch Kleinasien nach Antiochia, von wo die Strasse nach dem Euphrat und durch Syrien nach der Landenge von Suez ging. Die letztere

Strasse berührte die Städte: Laodicea, Berytus, Sidon, Tyrus, Joppe, Ascalon. Gaza, Pelusium. An diese Route schloss sich eiue grosse Anzahl Abzweigungen an.

Die Hauptroute der Gruppe III giug über Aquileja durch Illyrien, Pannonien nach Byzanz.

Das erste Glied dieser Route von Rom bis Ariminum (Rimini) bildete die vom Konsul Flaminius erbaute via Flaminia. In Rimini schloss sich die via Aemilia an und führte nach Mediolanum, hierbei die Städte Bononia (Bologna), Mutina (Modena), Parma und Placentia berührend.

In Mutina zweigte die nördliche Route ab, die nach Verona ging und hier auf die Strasse Mediolanum-Aquileja stiess.

Von Aquileja führte die dalmatinische Strasse über Salonae, Epidaurus nach Epidamus oder Dyrrhachium, an welchem Orte dieselbe mit der zweiten Hauptroute (Brundusium-Asien) zusammenstiess.

Von Verona ging die Strasse in nordwestlicher Richtung nach Augusta Vindelicorum (Augsburg). In nordöstlicher Richtung erstreckte sich eine Strasse bis nach Carnuntum, gegenüber der Mündung der March in die Donau.

Von Carnuntum ging die Strasse donauaufwärts über Vindobana (Wien) nach Laureacum, donauabwärts bis Severin, in dessen Nähe die Trajansbrücke über die Donau führte. Jenseits der Donau trat eine grosse Verästelung der Strassen ein.

Die Hauptroute Aquileja-Byzanz führte über Philippopolis, Hadrianopolis und Nicäa.

Die Hauptroute der Gruppe IV bildete die Verbindung von Rom über die Seealpen und die Pyrenäen nach Hispanien.

Diese Route führte von Rom auf der via Aurelia über Pisa, Luna, Genua, Aquä Sextiä, Massilia, Arelatum (Arles), Nemausis (Nîmes), Narbo über den Pyrenäenpass und Barcino (Barcelona) nach Neu-Karthago und Gades. Die Länge dieser Route betrug 360 Meilen.

Von dieser Hauptroute zweigten in Spanien eine grosse Anzahl Strassen ab, die nach den Hauptniederlassungen der Römer in Hispanien wie: Hispalis (Sevilla), Corduba, Emerida, Olisipo (Lissabon), Conimbriga (Coimbra) führten.

Die drei Strassen nach Gallien und Aquitanien überschritten die Pyrenäen auf drei Hauptpässen. Die nach Aquitanien führenden Strassen vereinigten sich in Burdigala.

Die Hauptrouten der Gruppe V. Der Weg von Rom nach Mediolanum auf der via Flaminia und via Aemilia ist bereits bei Vorführung der Gruppe III angegeben worden. Mediolanum war der wichtigste Centralpunkt des Strassennetzes mit dem Westen und Norden.

Die von den Römern benutzten Pässe waren der St. Bernhard, Simplon, Julier, Septimer, Splügen, Bernhardin, Brenner, Mont-Cenis und Mont Genèvre. Die über die Alpen führenden Routen waren die folgenden:

a) Mediolanum-Arles.
b) Mediolanum-Vienna am Rhodanus.
c) „ Argentoratum (Strassburg) (über die Grachischen Alpen).
d) „ Argentoratum und Moguntiacum (Mainz) (über die penninischen Alpen).
e) Ueber den Splügen nach Bregenz und Augsburg.
f) Ueber den Brenner von Verona nach Augsburg.

Von Augsburg führten Routen nach Reginum und dem Neckar.

Von Mainz gingen Strassen nach Trier und Köln und von hier weiter bis Xanten und Nimwegen, Utrecht und Leyden. Letzterer Ort ist 253 Meilen von Rom entfernt.

Auf der rechten Seite des Rheins war ebenfalls eine grössere Anzahl römischer Strassen vorhanden. Die Hauptroute nach dem Nordwesten Germaniens führte von dem Rhein nach der Weser, die sie an ihrer Mündung traf.

Von Köln ging in westlicher Richtung eine Strasse über Jülich und Maastricht nach Rheims. In Germanien war Trier (Augusta Treviorum) ein Centralpunkt des Strassennetzes. Von Köln führte hierher die Eifelstrasse. Von Rheims erstreckten sich Strassen nach Lyon (Lugdunum), Lutetia (Paris) und Rouen.

Lyon wurde durch Agrippa zum Knotenpunkt von vier Strassen gemacht.

Die Strasse nach Britannien ging von Rheims (Durocortorum) über Suessionum (Soissons) und Amhinai (Amiens) nach dem Portus Itus (bei Boulogne).

In Britannien erstreckten sich die Hauptrouten vom Hafen Dubris nach Londinium, Eboracum, Mancium bis an den Piktenwall. Kaiser Hadrian, der im Jahre 120 n. Chr. mit der sechsten Legion nach Britannien kam, machte die Stadt Bath zu einem wichtigen Garnisonplatz und legte an diesem Ort eine bedeutende kaiserliche Waffenfabrik an, welche die Waffen für die sämmtlichen auf der Insel stationirten Truppen lieferte. Der Verkehr und die Bedeutung dieses Ortes hatte zur Folge, dass sich von hier aus nach allen Richtungen hin Strassen erstreckten, auf welchen reges Leben herrschte.

Man hat sich die zwischen den Hauptrouten liegenden Flächen von einer grossen Anzahl von Strassen, die zum Theil naturgemäss einen untergeordneten Charakter besassen, durchschnitten zu denken. Von der Dichtigkeit dieses so entstehenden maschenartigen Strassennetzes geben die Specialforschungen der einzelnen Landestheile ein anschauliches Bild.

Nach dem Werke von Bergier ist die Gesammtlänge der von den Römern gebauten Strassen auf 51 000 römische oder 10 220 geographische Meilen zu veranschlagen, eine Zahl, die jedoch als etwas zu hoch angesehen wird. Vergegenwärtigen wir uns, dass die Länge des Aequators 5400 Meilen beträgt, so ergiebt sich hieraus, dass die römischen Strassen, aneinander gelegt, fast zweimal den Umfang der Erde erreichten. Die längste Entfernung vom Piktenwall bis zum Wendekreis des Krebses bei Hierasycaminos betrug 1002 Meilen. Im Einzelnen giebt Bergier an:

für Italien	= 9000 Meilen (römisch)	= 1800	geogr. M.
„ Afrika	= 9228 „	= 1856	„
„ Spanien	= 7700 „	= 1540	„
„ England	= 2579 „	= 516	„

Der technische Ausdruck für eine gepflasterte römische Strasse war stratum. Aus diesem Ausdrucke haben sich in Frankreich die Worte estra und estrade (Fussweg), in England das Wort street und in Deutschland der Ausdruck Strasse entwickelt.

Die Abdeckung der römischen Strassen trug die Bezeichnung calceum, aus welchem Worte sich die Ausdrücke: canchée, chaucheé, chaussée entwickelten, welch' letzteres Wort in die deutsche Sprache überging.

Bei den römischen Militärstrassen unterschied man im Allgemeinen 3 Theile. Die Mitte, die eigentliche Fahrbahn, hiess agger. Nach Rondelet betrug dieses Mass bei einer grösseren Anzahl von ihm gemessener Strassen (Appia, Latina, Labicana, Tiburtina, Praenestina) 16 Fuss römisch. Der Fahrdamm war durch Bordsteine von den Seitenwegen (margines) getrennt. Die Breite der Seitenwege betrug gewöhnlich die Hälfte des Fahrdamms.

Als Material verwandten die Römer zu ihren Wegebauten harte Gesteine, Lava, Kiesel, Kalk, Sand, Kies, Thon, Kreide und Erde.

Waren die erforderlichen oder wünschenswerthen Materialien an der Baustelle nicht vorhanden, so wurden dieselben nicht selten weit hergeschafft.

Eine Eigenheit der römischen Strassen ist allgemein bekannt. Dieselbe besteht in der so vielfach erkennbaren starren Durchführung der Trace. Wie die Römer im allgemeinen die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten herzustellen suchten, so waren sie in gleicher Weise bemüht, das Längenprofil nach Möglichkeit der horizontalen Linie anzunähern. Zur Durchführung dieser Grundsätze scheuten sie häufig weder vor ausgedehnten Damm- und Brückenbauten, noch vor der Herstellung tiefer Einschnitte zurück. So stellte Vespasian einen langen Einschnitt in den Apenninen her, um hierdurch eine Abkürzung der via Flaminia zu erreichen, und Trajan liess zu dem gleichen Zweck die via Appia durch die pontinischen Sümpfe führen. Mächtige Stützmauern kamen an beiden Strassen zur Ausführung. Die Tracirung der römischen Strassen war zum Theil eine schwierige Aufgabe, da diese in ausgedehntem Maſse in fremden Ländern mit bewegten Terrainverhältnissen zur Ausführung kamen und weite Strecken mit dichten Wäldern bedeckt waren. Feuer- und Rauchsignale waren häufig die einzigen Mittel zur Verständigung bei den Tracirungsarbeiten. Als einen Beweis für die richtige Tracirung der Römerstrassen pflegt man die an zahlreichen Orten nachweisbare Parallelität derselben mit Eisenbahnlinien anzuführen. An einzelnen Stellen hat die hoch ausgebildete moderne Tracirungsweise zur vollständigen Acceptirung der einst von den Römern festgelegten Strassenrouten geführt, jedenfalls der glänzendste Beweis für die Zweckmässigkeit der gewählten Trace.

Die Herstellung römischer Heerwege in den verschiedensten Theilen der Erde musste dazu führen, die Strassen in den verschiedenen Ländern, deren natürlichen Verhältnissen entsprechend herzustellen.

Die Bedeckung der Landstrassen stellte man zuerst vielfach nur aus Gerölle her. Diese Bauweise ergab sich jedoch als nicht widerstandsfähig genug, und verwandte man daher das genannte Material später in manchen Fällen nur als Unterlage des Steinbelages, d. h. des Pflasters. Nach und nach bildete sich eine Herstellungsweise heraus, von welcher ein Schriftsteller mit Recht sagen konnte, „die römischen Strassen glichen steinernen Mauern, die auf die Seite gelegt worden seien".

Um den Boden zu festigen, wurde er vor Aufbringung der Materialien gestampft. Die Bezeichnungen der verschiedenen Schichten des Strassenkörpers waren: statumen, ruderatio, nucleus und summa crusta. Das Strassenunterbettungs-

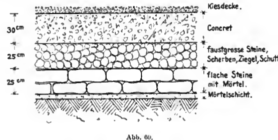


Abb. 60.
Konstruktion einer Römerstrasse.

material bestand aus einer oder zwei Lagen von grossen, flachen Steinen, die in Mörtel verlegt wurden. Auf diese Lage kam eine Konkretschicht, bestehend aus 1 Theil Mörtel und 3 Theilen Steinschlag, welche Masse mit einander vermischt und nach der Einbringung in das Strassenbett gerammt wurde. Die Steine der Fahrbahn, die in einzelnen Fällen eine polygonale Grundfläche besassen, wurden auf der oben angegebenen Unterlage in einer dünnen Mörtelschicht versetzt. Die Steine waren häufig aus Basalt und besassen eine Breite von 37—45 cm. Die Gesammtstärke des Wegekörpers betrug bis zu 1 m. Vielfach wurde die Oberfläche in ähnlicher Weise hergestellt wie die makadamisirten Strassen der Neuzeit. Die Ausführungsweise des Dammes war zwar nicht bei allen Strassenanlagen die gleiche, doch zeigen die Ueberreste römischer Strassen insoweit eine Uebereinstimmung in ihrer Konstruktion, als nach Entfernung des oberen lockeren Bodens mehrere Schichten von Steinen, Sand und Kalk abwechselnd über einander aufgebracht waren.

Bergier führt in seinem eingehenden Werke über die Strassenanlagen des römischen Reiches die folgenden verschiedenen Konstruktionen an:

Die untere Schicht (Abb. 60) bestand aus einer 25 mm starken Mörtellage, auf welcher zwei Schichten von 25 cm Stärke aus flachen Steinen lagerten, die Steine dieser Parthie haben sich durch den Mörtel so fest miteinander verbunden, dass nur schwer Stücke loszubrechen sind. Die dritte Schicht bestand aus einer 25 cm starken Lage runder Steine von mindestens Faustgrösse, dazwischen befanden sich Scherben, gebrochene Ziegel und Schutt. Die vierte Schicht war 30 cm hoch und wurde durch eine cementartige Masse gebildet, die aus fettem, kreidehaltigen Sand bestand. Die Strassendecke wurde durch eine Lage Kies gebildet.

Eine bei Rheims aufgefundene Römerstrasse zeigt die nachstehend angegebene Schichtung (Abb. 61). Die beiden untersten Schichten bestehen aus einer doppelten Lage glatter Steine, die zusammen eine Höhe von 52 ½ cm besitzen, und ist die untere Steinlage in Kalkmörtel verlegt. Die dritte Schicht wird durch festgestampfte Erde gebildet und ist 10—12 cm stark. Die folgende Schicht

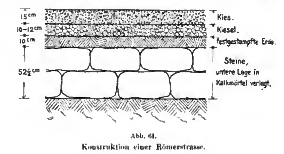


Abb. 61.
Konstruktion einer Römerstrasse.

besteht aus einer eben so starken Lage grober Kiesel, die in Kalk verlegt sind. Die Abdeckung ist eine Kiesschicht von 15 cm Stärke.

Die Frage, ob die oberen Kieselschichten der älteren römischen Heerstrassen nicht vielleicht nach und nach aufgebracht worden sind, und zwar im Laufe der Unterhaltungsarbeit, ist bis jetzt nicht bestimmt entschieden. In Italien bestand die gewöhnliche Art der Strassenoberflächenbefestigung in der Aufbringung einer Kiesschicht, deren Kiesel mit Kalk vermischt und nach der Aufbringung sorgfältig gestampft wurden. In den Moorgegenden Germaniens wandten die römischen Ingenieure eine vollständig abweichende Konstruktion an, die bei den deutschen Römerstrassen zu besprechen sein wird. Bei felsigem Untergrund sahen sie erklärlicher Weise von einem Unterbau gänzlich ab und begnügten sich zum Theil sogar mit der Einarbeitung einer Fahrrinne.

Mit grosser Sorgfalt achteten die römischen Ingenieure darauf, dass die Oberfläche der Fahrbahn eine Wölbung erhielt, damit das Wasser gut abfliessen konnte. Die Breite der Wege schwankte zwischen 4 und 7 m. An den Seiten waren vielfach Fussgänge angeordnet, die meistens etwas höher als der mittlere Strassentheil lagen.

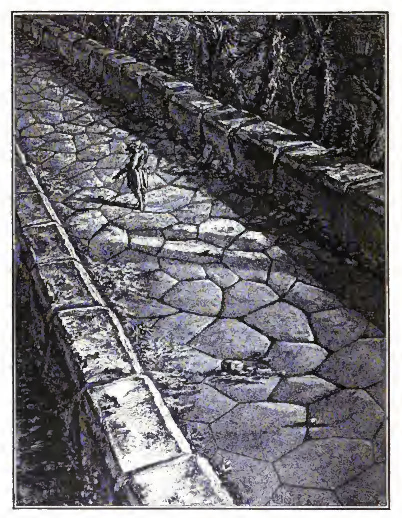


Abb. 62.
Via Appia.



Abb. 63. Via Appia vor ihrem Eintritt in Albano.

Häufig besass nur die Fahrbahn allein eine Pflasterdecke, doch waren auch nicht selten die Seitenwege mit Platten belegt. Unter diesem Belag gingen in gewissen Abständen Abzüge hindurch, damit das Regenwasser abgeleitet werden konnte.

Die Alpenstrassen besassen nur eine Pflasterung von 1,5—2,5 m Breite.

Die Strassen wurden frühzeitig mit Meilensteinen, Wegweisern und Ruheplätzen versehen und mit einer grossen Anzahl von Steinen ausgerüstet, die das Besteigen und Verlassen der Tragthiere erleichterten. Diese Steine waren nöthig, da der Gebrauch des Sattels erst im 4. Jahrhundert nach Chr. aufkam.

Die römischen Strassen besassen, wie diejenigen der Griechen und Perser, vielfach reichen Schmuck. Auch an den Seiten der Römerstrassen lagen häufig Gräber, wie an denselben den verschiedensten Gottheiten, namentlich Mercur, Diana und Fortuna Altäre und Tempel errichtet waren. Die via Appia nahm nach dieser Richtung hin eine besonders hohe Stelle ein und zeigte eine besonders abwechslungsvolle Ausschmückung.

Den hervorragendsten Schmuck der Strassen in architektonischer Hinsicht bildeten die Triumph-, Bau- und Ehrenbogen. Von diesen Bauten kommen für den Strassenbau nur diejenigen in Frage, die als solche unmittelbar in Verbindung mit diesen Anlagen standen. Während die eigentlichen Triumphbögen den Kaisern durch Senats- und Volksbeschluss aus Anlass erfochtener Siege errichtet wurden, gingen die Baubögen, die den Kaisern vom Senate als Ehrendenkmale für auf friedlichem Gebiete errungene Triumphe dekretirt wurden, aus dem Wunsche hervor, die Fertigstellung von Neu- und Verbesserungsanlagen an Strassen-, Wasserleitungs- und Hafen-Anlagen dem Gedächtniss zu erhalten. Für den Strassenbau sind in dieser Beziehung besonders die Bögen zu Rimini, Susa und Benevent zu nennen.

Der Ehrenbogen von Rimini wurde im Jahre 27 v. Chr. Augustus im siebenten Jahre seines Konsulates zum Ruhme seiner grossen Strassenbauten errichtet.

Ein zweiter Ehrenbogen wurde Augustus zu Susa am Mont Cenis erbaut; aller Wahrscheinlichkeit nach diente dieser Bogen als Erinnerungsmal für den Bau der Gallien und Italien verbindenden Staatsstrasse.

Der dem Kaiser Trajan in Benevent zur Erinnerung an die Neupflasterung der via Appia aus parischem Marmor erbaute Ehrenbogen gleicht fast vollständig dem Titusbogen in Rom, besitzt jedoch eine andere Anordnung des bildhauerischen Schmuckes.

Von den über den Landstrassen selbst errichteten Triumphbögen sei desjenigen des Augustus in Aosta und des sogenannten Triumphbogens des Drusus in Rom über der via Appia Erwähnung gethan.

Von Rom aus lassen sich vier Hauptrichtungen der Strassenzüge unterscheiden:

Die Strassen nach dem Albaner- nnd Volskergebirge,
„ „ „ dem Sabinergebirge,
„ „ „ der Meeresküste,
„ „ „ Etrurien.

Zwei Strassen führten im Alterthnm nach dem Albaner- und Volskergebirge, die via Appia nnd die via Latina, von welchen sich die erstere unsterblichen Ruhm erwarb.

Von der via Latina sind nur verhältnissmässig spärliche Ueberreste erhalten.

Die via Appia war die erste künstliche römische Strassenanlage grossen Stils. Es ist schon erwähnt, dass vor Schaffung dieser Kunststrasse bereits Verbindungswege vorhanden waren. So verband die via Norbana beispielsweise bereits vor der Entstehung der via Appia die Städte Velitrae, Cora und Norba. Bei Cora überschritt diese Strasse eine noch jetzt gut erhaltene Brücke. Diese Brücke besteht aus drei Reiben Bogen; als Material haben Tuffblöcke Verwendung gefunden. Die Pfeiler ruhen anf den steilen Felsen, durch welche die Fossa de Picchioni fliesst. Die Veranlassung znr Anlegung der via Appia gaben die Samniterkriege, in deren Verlanf Capua in den Besitz von Rom gelangte. Um diesen Besitz danernd bewahren zn können wurde die Strasse mit möglicbster Beschleunigung hergestellt. Sie diente in erster Linie als Militärstrasse. Der Bau erfolgte im Jahre 312 v. Chr. unter dem blinden Censor Appius Claudius. Die Trace verlief zunächst nicht so gerade, wie später, als Trajan die Strasse durch die pontinischen Sümpfe führen liess. Sie war anfänglich nicht gepflastert, sondern nur mit Kies beworfen. Die Pflasterung erfolgte in verschiedenen Zeitabscbnitten nnd von verschiedenen Personen, so von dem Aedilen Ogulnius und den Censoren M. Livius und C. Claudius. Im Jahre 298 v. Chr. wnrde der Fussweg neben dieser Strasse auf der nnr kurzen Länge von Porta Capena bis zum Tempel des Mars mit quadratisch behauenen Steinen belegt. Drei Jahre später ward aus Strafgeldern die Strasse von Rom bis in die Nähe von Albano mit Lavapolygonen gepflastert. Die Steine waren, ähnlich wie bei einigen anderen Heerstrassen, so: Praenestina, Tibnrtina, Valeria, Polygonsteine von 3 bis 7 Seiten. Ihre Grösse betrug bis über 3 Fuss im Durchmesser. Palladio hat die Ansicht ausgesprochen, dass man sich der Bleistreifen bediente, um die Winkel der aneinander zu passenden Steine vorzuzeichnen.

Die beiden Abb. 62 u. 63 gehen die Strasse nach den Aufnahmen von Piranesi wieder. Abb. 63 zeigt die Strasse vor ihrer Einmündung in Albano; rechts ist das sogenannte Grabmal der Horatier und Curiatier dargestellt, mit welchem dasselbe in Wirklichkeit jedoch keinerlei Beziehungen bat.

Die via Appia durchschnitt die Campagna, jenen oft genannten römischen Landstrich, der heute nur durch die grossartigen Spuren des in ihm erstorbenen Lebens seine mächtige Wirkung ausübt.

Abb. 64 giebt ein Bild des jetzigen Aussehens der via Appia in der Campagna. Einst bot diese Gegend ein vollständig anderes Bild dar, wie die

überaus grosse Anzahl der hier aufgefundenen Reste von Wasserleitungen, Brücken-, Strassen- und namentlich Villenbauten erkennen lässt. Die Appische Strasse führte in gerader Richtung auf das Albanergebirge und weiter nach Campanien und nach dem berühmten und berüchtigten Badeort Bajä, sowie nach zwei Haupthäfen Italiens, Puteoli und Brundusium. Nicht nur die nach entlegeneren Orten eilenden Reisenden benutzten die via Appia, sondern mit Vorliebe wurde sie auch von den Römern und Römerinnen befahren, um die glänzenden Gespanne oder sich selbst bewundern zu lassen. Diese Strasse benutzten in grosser Zahl die römischen Patricier, um entweder von der Stadt

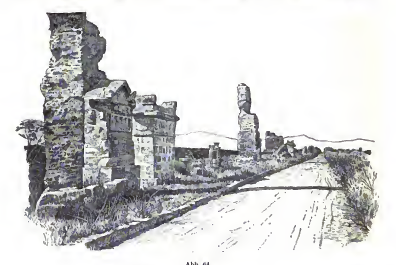


Abb. 64.
Via Appia in der Campagna.

nach ihren Villen oder umgekehrt von ihren Landsitzen nach der Stadt zu eilen, Männer, die, wie Lanciani ausführt, ähnlich wie die Angehörigen der englischen Aristokratie unserer Tage erzogen waren und gleich diesen ihrem Vaterlande dienten. Während dieselben den Winter in ihren Palästen in Rom zubrachten und hier eine weitgehende Gastlichkeit ausübten, zogen sie im Frühjahr nach ihren Sommersitzen, deren Entfernung von der Stadt nur so gross war, dass sie täglich mit ihren, von numidischen Ponies gezogenen Wagen in höchstens einer Stunde nach der Stadt gelangen konnten, um hier ihre Pflichten als Mitglieder der Behörden oder der Gerichte, als Hofbeamte oder Senatoren zu erfüllen. In der letzten Zeit der Republik und besonders unter den Kaisern besass jede begüterte Patricierfamilie Roms eine oder selbst mehrere Villen in der Umgegend der Stadt. Diese Villen waren, je nachdem sie zum Aufenthalt

während des Frühlings, Sommers oder selbst gar des Winters bestimmt waren, verschieden eingerichtet. Weite Flächen der Campagna waren von rechtwinklig sich schneidenden Nebenstrassen durchzogen, die in der sorgfältigsten Weise planirt und gepflastert sowie mit Fusssteigen versehen waren. An denselben lagen zahlreiche Villen. Die Pracht und der Glanz einzelner derselben, wie nicht minder ihre Ausdehnung war eine ungeheuere. Den sanitären Anforderungen war selbst in den einfacheren Bauten Rechnung getragen; sie besassen Wasserleitungen und Entwässerungsanlagen.

Die römischen Villen und insbesondere die der Campagna bestanden fast durchgängig aus zwei verschiedenen und vollständig von einander unabhängigen Theilen. Der erste Theil umfasste das Landhaus mit mehr oder weniger ausgedehnten Gartenanlagen, der zweite Theil wies die Stallgebäude, die Wohnungen der Sklaven, die Treibhäuser, die Oliven- und Weingärten, Kornfelder, Weideländer etc. auf. Die Gartenanlagen besassen in ihrer Mehrzahl keine natürliche Schönheit, da solche den Römern fremd war. Der Stil der römischen Gärten kann im allgemeinen mit demjenigen der französischen und italienischen Parkanlagen des 16. Jahrhunderts verglichen werden. Die Bäume wurden in bestimmten Formen geschnitten, die Alleen bestanden aus Hecken, die gleichsam mit Fenstern, Thüren etc. versehen waren und somit Architekturformen nachahmten.

Von den Grabmälern, mit welchen die Seiten der via Appia geschmückt waren, sind eine grosse Zahl allgemein bekannt, so das Grabmal der Caecilia Metella, der Tochter des Q. Creticus, das der Gemahlin des durch seinen Reichthum bekannten C. Crassus, das Grabmal der Familie Cotta (Casal rotondo), und das Grabmal des Kaisers Gallienus.

Die via Appia ist jedoch nicht allein an Denkmalen der Architektur reich, sondern sie zeichnet sich auch durch manche interessante Konstruktionen der Ingenieurtechnik aus. Auf der Strecke, welche durch das Thal von Lariccia führt, erheben sich bei Genzano mächtige Unterbauten, durch welche das Gefälle der Strasse, ohne dass zu einer Serpentine übergegangen wurde, weniger steil gestaltet werden konnte. Der Damm hat eine Länge von 100 Schritt und besteht aus Peperinquadern von 2 m Länge und 60 cm Höhe. Die Steine sind nach dem Läufer- und Bindersystem, jedoch nicht horizontal, sondern in der Neigung des Strassengefälles verlegt. Namentlich die Führung der Strasse durch die pontinischen Sümpfe bedingte die Schaffung mächtiger Subkonstruktionen und einer grösseren Anzahl steinerner Brücken, von welchen noch heute verschiedene erhalten sind.

In der Richtung nach dem Sabinergebirge führten vier Strassen, die Salaria, Nomentana, Tiburtina und die Praenestina.

Die Salaria war die alte Salzstrasse der Sabiner. Der Name erklärt sich dadurch, dass auf diesem Wege das von dem Meere (Salinen bei Ostia) oder aus den römischen Magazinen bezogene Salz auf dem linken Tiberufer nach dem Sabinerlande transportirt wurde. Die erste Entstehung dieser Strasse fällt

zweifellos in frühe Zeit. Die Strasse ging auf einer Brücke (Salario) über den Anio (Teverone), welches Bauwerk in seiner ursprünglichen Form nicbt bekannt ist. Abb. 94 stellt dieselbe nach dem Wiederaufbau durch Narses dar.

Die via Nomentana überschritt gleichfalls den Anio, auch diese Brücke ist nach ihrer Zerstörung durch Totilas von Narses wieder hergestellt worden.

Die via Tiburtina wurde auf dem Ponte Mammolo (angeblich nach der Mutter des Alexander Severus genannt) über den Anio geführt. Das antike Pflaster dieser Strasse ist an einzelnen Stellen noch erhalten. Eine weitere Ueberschreitung des Anio geschah auf der Brücke von Lucano (siehe die Abb. 95), die jedoch in ihrer ältesten Form ebenfalls unbekannt ist. In der Nähe dieser Brücke theilte sich die Strasse in drei Wege, von welchen einer nach Frascati, einer nach der Villa Hadriana und einer nach Tibur führte.

Auf der via Praenestina erregt in erster Linie wiederum ein Brückenbau in der Gegend von Gabii das Interesse des Ingenieurs. Das Bauwerk besteht aus Peperin und rothem Tuff und besitzt sieben Bogen, deren mittlerer fast 15 m hoch ist. Die Gesammtlänge beträgt 95 m. Die Pfeiler der ungleich weiten Bogen sind durch Streben verstärkt. Die einzelnen Blöcke haben eine Länge von theilweise über 3 m. Auf der Brücke hat sich das antike Polygonpflaster fast vollständig erhalten.

Nach der lateinischen Küste und den unter den Kaisern Claudius und Trajan an der Tibermündung entstandenen Hafenanlagen führten eine von der Appia abzweigende Strasse nach Antium, sowie die viae Ardeatina, Laurentina, Ostiensis und Portuensis. Diese Strassen bieten nichts Erwähnenswerthes.

Nach Etrurien gingen von Rom die via Aurelia und die via Flaminia. Bis Pyrgi bildete die erstere eine Doppelstrasse. Von der via Flaminia zweigte ausserhalb Ponte Molle die via Cassia und von dieser bei Veji die via Claudia oder Clodia ab. Die via Flaminia überschritt bei Falerii (Civita Castellana) den Tiber und wandte sich dann nach Umbrien.

Die Erforschung der Römerstrassen in den ausseritalienischen Landestheilen (Provinzen) hat zu interessanten Ergebnissen geführt. Bei den infolge der grossen Ausdehnung der Römerstrassen erklärlicher Weise sehr zahlreichen Lokalforschungen kann an dieser Stelle nur auf einzelne derselben näher eingegangen werden.

Nachstehend sollen Einzelheiten der römischen Strassenanlagen:

1. in den Alpen,
2. in Spanien,
3. in Deutschland,
4. in Bosnien und in der Hercegovina,
5. in Serbien,
6. in Kleinasien und Syrien

beschrieben werden.

Die Alpenstrassen bieten in technischer Beziehung besonderes Interesse. Die Passhöhe der Alpen beträgt im Mittel 2340 m, und dieses immerhin mässige Mass in Verbindung mit der günstigen Lage bewirkte, dass die von der Natur gebotenen Vortheile frühzeitig ausgenutzt wurden

und die Menschen bemüht waren, dieselben durch künstliche Nachhilfe zu steigern.

Ueber die Wege dieses Gebiets in vorrömischer Zeit ist wenig bekannt, doch ist es gewiss, dass schon Jahrhunderte früher die Alpenpässe als Verkehrswege dienten; namentlich ist die Verbindung mit Gallien über die Seealpen schon den Hellenen als Strasse des Herakles bekannt gewesen nnd von denselben benutzt worden.

Augustns wandte der Herstellnng der Alpenstrassen grosse Beachtung zu, nnd die in der Römerzeit geschaffenen Strassen verkünden noch jetzt das Lob ihrer Erbauer. Noch heute werden diese Wege von den Bewohnern in Ehren gehalten, weil sie gut gebaut sind und weil bei ihrer Anlage von den römischen Ingenienren dem Charakter der Berge und den Witterungsverhältnissen in weitestem Mafse Rechnung getragen worden ist. Mit grosser Umsicht sind die Römer der schweren, bei der Anlegung dieser Strassen zu lösenden Aufgabe näher getreten. Mit voller Sachkenntniss nnd unleugbarem Geschick haben sie der Eigenart der Gewässer, den Stürmen und den „Launen der Berge“ Rechnung getragen nnd die Trace so gewählt, dass die Herstellungsschwierigkeiten vermindert wurden und die Gefahren leichter überwunden werden konnten. Ueberall, wo es möglich war, wählten die Römer für den Bau der Strassen die Sonnenseite des Berges, da diese wärmer und trockener ist und weil hierdurch erreicht wurde, dass sich im Winter geringere Schneemassen ansammelten und im Frühling die Strassen schneller vom Eise befreit wurden. Bergstellen, an denen grosse Schneehaufen (bis zu 20 und 30 Fuss Höhe) zusammengeweht werden, oder wo Lawinen oder Ueberschwemmungen den Weg bedrohen konnten, vermieden sie.

Von den Alpenstrassen sind zu erwähnen:

1. Die Strasse über den grossen St. Bernhard.
2. „ „ „ „ Simplon.
3. „ Strassen in Rhätien:
   a) Die Strasse über den Julier und Septimer.
   b) „ „ „ „ Splügen.
   c) „ „ „ „ Bernhardin.
   d) „ „ „ „ Brenner.
4. Die Strasse über den Mont Cenis.
5. Die Strasse über den Mont Genèvre.
6. Die Strasse über die Seealpen.

Die nnter 6 genannte Strasse wurde im Jahre 13 v. Chr. chaussirt und erhielt nach ihrem Erbauer den Namen via Julia Augusta. Die Strasse über den grossen St. Bernhard war ein Theil der Militärstrasse von Mailand nach Mainz. Bis znm Anfange dieses Jahrhunderts war sie die einzige Strasse über diesen Berg. Auch Napoleon benutzte sie im Mai 1800 mit seiner Armee. Ihre Ueberreste sind noch an vielen Stellen zu sehen. Sie war nicht fahrbar, da die Steilheit

des Gebirges zu gross war. Der Uebergang war jedoch äusserst geschickt für Saumthiere angelegt. In dem Thale der Dranse ist sie bald hoch oben geführt, bald folgt sie tief im Thale dem Flusslauf. Die Strasse ist mit groben Steinen sorgfältig besetzt und wird wegen ihrer Trockenheit noch jetzt gerühmt; ihre Breite ist 5—6 Fuss.

Unter den an dieser Strasse gefundenen Alterthümern befindet sich eine grössere Anzahl Votivtafeln, die von Soldaten und Offizieren, welche den Weg passirten, dem Tempel, der früher dem Gotte Poeninus hier errichtet war, gestiftet waren.

Die römischen Strassen in Rhätien sind zum Theil unter Augustus im Jahre 15 v. Chr. und nach Unterjochung der Rhätier und Vindelicier durch Tiberius und Drusus erbaut, der übrige Theil dürfte erst später unter anderen Kaisern angelegt worden sein.

Die Strasse über den Julier besass eine Breite von 5—6 Fuss und war fahrbar. Sie stieg ziemlich steil den Berg hinan, den sie in drei langgezogenen Kurven erreichte.

Die an einzelnen dieser Strassen gemachten Funde von karthagischen, etruskischen und keltischen Gegenständen sind ein Beweis, dass die Alpen bereits in vorrömischer Zeit vielfach überschritten worden sind. Der Uebergang Hannibals über die Alpen ist bekannt.

Von den in Spanien angelegten Römerstrassen haben sich namentlich in der Provinz Estremadura sehr gute Ueberreste erhalten.

Das Itinerarium Antonini führt neun verschiedene Strassen auf, welche die genannte Provinz durchkreuzten. Drei Strassen erstreckten sich von Merida nach Lissabon und überschritten die ausserordentlich lange Brücke bei ersterer Stadt.

Die vierte Strasse ging nach Salamantica. Dieselbe überschritt die im Abschnitt „Brückenbau“ näher zu beschreibende Brücke von Albaregas und die Brücke von Alconeta. An dieser Strasse sind ausserordentlich viele Meilensteine stehen geblieben. Aus den erhaltenen Inschriften auf den verschiedenen Ueberresten ergiebt sich, dass die Strasse in den Zeiten der Republik begonnen wurde und dass in der Folgezeit die Kaiser Augustus, Tiberius, Nero, Vespasian, Titus, Domitian, Trajan, Hadrian, Septimius Severus, Antonin, Caracalla, Maximin, Galien und Konstantin sie weiter ausgebaut resp. ausgebessert haben.

Die fünfte und sechste Strasse erstreckte sich von Merida nach Saragossa. Eine derselben ging über Toledo. Die siebente Strasse erstreckte sich von Merida nach Corduba, die achte führte nach Sevilla und die neunte stellte eine Verbindung mit der Mündung des Guadiana her.

Die Hauptrichtung der Strassen in Germanien ging naturgemäss parallel zum Rhein, und zwar führten auf dem grösseren Theil des Flusslaufes auf beiden Ufern Strassen entlang.

Von diesen zwei Hauptadern zweigten eine grosse Anzahl Strassen ab, die zum Theil gleichfalls Hauptstrassen waren, so z. B. die Römerstrassen

Köln-Rheims, Köln-Trier, Bonn-Trier. Nach Schneider bildete die auf dem linken Rheinufer geführte Militärstrasse nicht eine fortlaufende Linie, sondern sie theilte sich meist in zwei oder noch mehrere Arme, die wiederum durch Verbindungsstrassen unter sich in Zusammenhang standen. Auf der Strecke von Xanten bis Nymwegen findet sich sogar, so z. B. zwischen Cleve und Nymwegen, ein dritter Arm, der über das höher gelegene Terrain geführt ist, sodass er vom Wasser nicht erreicht werden konnte, während die beiden ersten Strassenarme den Rheinüberschwemmungen ausgesetzt waren.

Von bemerkenswerthen Einzelheiten sind die folgenden anzuführen:

Die Römerstrassen sind nicht durchgängig als neue Wegrichtungen anzusehen, vielmehr folgten sie im allgemeinen den alten Richtungen der früheren Landwege. Während jedoch diese alten Landwege häufig in den Thälern entlang liefen, wurden die Römerstrassen grundsätzlich auf den langgestreckten Höhenrücken geführt.

Die Konstruktion der Strassen ist eine sehr verschiedene. Am Unterrhein bestanden die Strassen aus einem Erddamm, der in seinem oberen Theil eine Kiesdecke trug. Die höher gelegenen Strassen, so zwischen Kehrun und Cleve, weisen dagegen einen Unterbau aus grösseren Steinen auf.

Die Strasse von Breisach nach Ehl zeigt eine Einkiesung von 0,4 m, deren oberste Lage aus groben Wackenstücken besteht.

Die Strasse von Mainz nach Koblenz besitzt die nachstehende Anordnung: Die Breite beträgt genau 20 Fuss römisch = 5,91 m. Die Fahrbahn ist leicht gewölbt, ohne Bankett und besass augenscheinlich keine Seitengräben. Der Untergrund besteht hier meistens aus Lehm. Auf demselben ruht zunächst eine Steinlage von circa $^1/_4$ m Stärke. Das Material ist Thonschieferbruchstein. Die zweite Schicht von 20 cm Stärke zeigt Kleinschlag oder Gestücke aus zerschlagenem Rheingeschiebe, Kieseln etc. Die obere Lage, in einer Stärke von 30 cm, besteht aus einer Beschüttung von grobem Rheinkies, mit Lehm und Rheinsand vermischt.

Nach den nur noch spärlich vorhandenen Ueberresten nimmt v. Veith an, dass die römischen Militärstrassen des Rheins und die Strassen zwischen Köln—Rheims und Rheims—Trier etc. durchschnittlich eine Dammhöhe von 1—2 m besessen haben, die sich an einzelnen Stellen selbst bis auf 6 m erhöhte. Die untere Dammbreite betrug etwa 8—12 m. Durch den Damm wurden kleine Höhenunterschiede des Geländes ausgeglichen und eine gleichmässigere Höhenlage der Strasse erreicht.

Die Befestigung der Dammkrone erfolgte in den Niederungen durch eine Kieslage von $^1/_3$—$^1/_2$ m Stärke, in den Gebirgsgegenden bestand die Strassenoberfläche aus einer Besteinung.

Auf die festgeschlagene Lehmschicht (Abb. 65) wurden zwei Lagen grosser, glatter Bruchsteine versetzt. Die Steine der unteren Lage wurden oft schräg gestellt und durch Kalk mit einander verbunden. Die grösseren Steine fanden

als Bordsteine Verwendung. Auf dieser Unterlage (statumen) ruhte die ruderatio, die aus zerschlagenen Steinen oder faustgrossen Kieseln bestand, die gleichfalls durch Kalk mit einander verbunden waren. Die dritte Lage (nucleus) wurde aus nussgrossen Kieseln in der Stärke von 25 cm gebildet, die ebenfalls von Kalkmörtel durchsetzt waren. Die letzte Schicht bildete eine Kies- und Sandlage (glarea, summa crusta). Der Fahrdamm hatte eine Breite von 4—5½ m und besass eine Wölbung von 10—25 cm Höhe.

War der Verkehr besonders gross, so wurde die Zahl der Schichten vermehrt. So zeigt die römische Rheinstrasse bei Bonn einen massiven Damm, der oben 6 m und unten 10 m breit war und eine Höhe von 3 m besass. Der Damm hatte vier 0,3 m hohe Kiesschichten und dazwischen drei 0,20 m hohe Stein- und Schuttlagen. Sämmtliche Schichten sind mit Kalkmörtel durchsetzt.

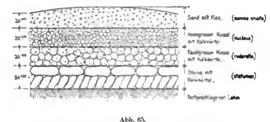


Abb. 65.
Konstruktion einer Römerstrasse am Rhein.

Die Strasse südlich von Bonn zeigt Pflaster aus schweren Basaltsteinen. Die Strassen waren, soweit sie aus Dämmen bestanden, von Gräben begleitet, die durch die Gewinnung des Dammbodens entstanden.

In diesen 2—6 m breiten Gräben lagen öfters Parallelwälle, deren obere Breite 1 m betrug und die als Fusswege dienten. Die Seitenwege lagen jedoch auch häufig unmittelbar neben dem Fahrdamm und etwas höher als derselbe.

In Germanien brachten die Römer in jenen Gegenden, in welchen die vorhandenen grundlosen Moore eine Anlage der Strassen in der oben geschilderten Weise nicht zuliessen, eine vollständig andere Ausführungsweise zur Anwendung. Hier wurden Bohlenwege und Knüppeldämme hergestellt. Die Konstruktion der Bohlenwege zeigen die Abb. 66 u. 67.

Derartige Bohlenwege finden sich zahlreich auf der rechten Seite des Rheins, namentlich auf der Hauptroute von dem Rhein nach der Weser.

Der Weg hatte hier eine Breite von 3 m. Die Querbohlen ruhen auf zwei parallel liegenden Längsbalken, das Holz ist Eichen- und Birkenholz.

Am Niederrhein besitzen die Römerstrassen der rechten Seite durchweg kein Steinmaterial. Die Heerwege bestehen hier in der Regel aus einem Erddamm, der an beiden Seiten von einem Graben und einem Wall begleitet wird.

Trotzdem die Römer die Hilfsmittel nicht kannten, die der Ingenieur in unserer Zeit besitzt und trotzdem ihnen namentlich weder Terrainkarten noch hypsometrische Instrumente zur Verfügung standen, so zeigt die Tracirung der Strassen doch, dass es den römischen Ingenieuren gelungen ist, die Gebirge in günstiger Weise zu überschreiten und dass sie es verstanden, nach Thunlichkeit die kürzesten Linien zu ermitteln. Als Beweis dieser Behauptung gilt die bereits auge-

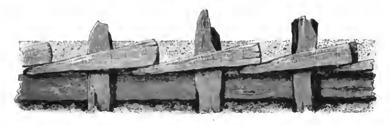


Abb. 66.
Römischer Bohlenweg. Längenschnitt.

führte Thatsache, dass die in unserer Zeit tracirten Strassen sich an vielen Stellen mit den alten Römerstrassen decken. Die Strassen erhielten, wo es ohne allzu grosse Umwege möglich war, ein gleichmässiges Gefälle, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Steigungsverhältnisse die gegenwärtig für Fahrstrassen als nöthig erachteten Normen zum Theil bedeutend überschreiten. So zeigen die Strassen in Bosnien und in der Hercegovina die Anwendung von Steigungen



Abb. 67.
Römischer Bohlenweg. Querschnitt.

von 15 und sogar 20%. Selbst in Fällen, wo der Strasse eine Art künstlicher Entwicklung gegeben wurde, beträgt die Steigung nicht selten noch immer 10%.

Die Strassen schmiegten sich in diesen Ländern dem Terrain an, ohne dass grössere Aufdämmungen und Einschnitte zur Ausführung kamen. An den Stellen, wo sie an steilen Berglehnen entlang geführt sind, besitzen sie Mauern.

Die Anordnung der Fahrbahn und die Konstruktion des Strassenkörpers ist je nach der Natur des Terrains eine sehr verschiedene. Im Karst ist bei dem felsigen Untergrund eine künstliche Befestigung des Fahrdammes nicht erforderlich gewesen, hier war nur die Ausgleichung des zerklüfteten Bodens nöthig. Während man kleinere Unebenheiten durch eine Lage mehr oder weniger groben Steingerölles ausglich, wurden hervorragende Gesteinsparthien

mit Brechwerkzeugen beseitigt. Die schotterartige Fahrbahn wurde zuweilen mit Randsteinen eingefasst, wie dies das Querprofil der Römerstrasse von Narona nach Salona (Abb. 68) zeigt, die eine Breite von 5 m besass.

Die ausserordentliche Zerklüftung der Oberfläche des Karstkalkes erschwerte die Herstellung einer regelrechten Fahrbahn ganz bedeutend. An diesen Stellen finden sich tief eingeschnittene Spurrillen, die für beide Räder oder auch nur für eines derselben passten. Die Entfernung beträgt bei dem Vorhandensein beiderseitiger Spurrillen 1,20—1,26 m. Als Minimalbreite dieser Rillen kann das Mass von 10—12 cm angesehen werden. Ballif ist, und wohl zutreffend, der Ansicht, dass diese Spurrillen künstlich hergestellt sind. Abb. 69 giebt eine schematische Darstellung einer derartigen Strassenanlage.

An dieser Stelle sei eine Ansicht Polonceaus wiedergegeben. Derselbe glaubte auf einer Römerstrasse in den Cottischen Alpen in der Schlucht von Inferney Spurrillen von 10—12 cm Tiefe entdeckt zu haben, jedoch hielt er

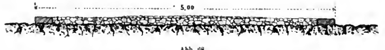


Abb. 68.
Querschnitt der Römerstrasse Narona-Salona.

diese Rillen nicht für künstlich gearbeitet, sondern meinte, dass sie im Laufe der Zeit von den Wagenrädern eingegraben worden seien.

Der Zwischenraum zwischen den Felsrillen war in den Strassen der Hercegovina mit losem Material ausgefüllt, beziehungsweise geebnet. Viele Strassen im Karst besitzen nur eine Breite von 1,5 m, und es scheint, dass selbst die stärker frequentirten Strassen nur diese Breite hatten.

Eine Pflasterung kam namentlich im westlichen Theile Bosniens und der Hercegovina zur Ausführung, woselbst sich vielfach sumpfiges Terrain findet und ein leichter erdiger Untergrund vorhanden ist. Zu diesen Pflasterungen wurden 20 bis 30 cm starke, grosse Steine verwandt, die möglichst dicht an einander gefügt wurden. Die Pflasterstrassen (jetzt Kaldrina genannt) scheinen im Karstgebiet und im östlichen Bosnien eine verschiedene Konstruktion erhalten zu haben. Im Karst bildete wahrscheinlich das Pflaster schon die Fahrbahn, in dem genannten bosnischen Gebiet scheinen die Unebenheiten des Pflasters, das hier nicht so dicht gefügt war, noch durch Schotter ausgeglichen worden zu sein.

Bisher war es nicht möglich festzustellen, ob alle Römerstrassen in den genannten Gebieten mit Meilensteinen versehen waren. Dort, wo sich solche gefunden haben, betrug ihre Entfernung von einander rund 1500 m. Der in die Erde versenkte Theil dieser Meilensteine ist viereckig, der obere Theil cylinderförmig oder asymmetrisch gerundet. Die Höhe schwankt zwischen 1,40 bis 1,55 m, der Durchmesser zwischen 35 und 40 cm.

Bei der geringen Breite und den vorkommenden starken Steigungen der Strassen dürften wohl nur zweirädrige Karren, vor welche die Zugthiere hinter einander gespannt waren, auf denselben verkehrt haben. Hauptsächlich aber wird das Saumthier und wohl auch der Mensch der Vermittler des gewöhnlichen Waarentransports gewesen sein.

An allen strategisch wichtigen Punkten, wie Fluss- oder Passübergängen, Strassenabzweigungen etc. befanden sich Befestigungsanlagen, die bei dem Volke heute unter dem Namen „Gradina“ oder „Gradac“ (Burgstelle, Burgstall) bekannt sind.

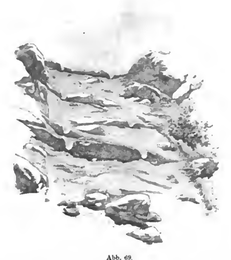


Abb. 69.
Darstellung der Spurrillen der Römerstrassen in Bosnien.

Nach den Inschriften der Meilensteine ist anzunehmen, dass ein grosser Theil dieser Strassen unter Kaiser Claudius in den Jahren 47 und 48 n. Chr. hergestellt wurde. Die Thätigkeit Claudius schloss sich in dieser Beziehung derjenigen des Kaisers Tiberius an, der den Strassenbau in Dalmatien bereits sehr förderte. Die ersten römischen Strassen wurden jedoch schon zur Zeit des Augustus hier zur Ausführung gebracht.

Für Serbien haben die Forschungen ein ausserordentlich dichtes Strassennetz nachgewiesen, eine Thatsache, die bei der Bedeutung und den günstigen Verhältnissen dieser Gegend kaum überraschen kann.

Die Römer hatten die Bedeutung der Donau als Welthandelsweg richtig erkannt und waren daher mit allen Kräften bemüht, die von dem Fluss dem Verkehr bereiteten Hemmnisse zu beseitigen. Es galt in erster Linie das

Eiserne Thor sowohl dem Land- als dem Wasserverkehr zu erschliessen. Der von den Römern an dieser Stelle in die Felsen eingeschnittene Kanal hat bereits in dem vorangegangenen Kapitel Erwähnung gefunden. Die Schwierigkeiten, welche das ausserordentlich stark strömende Wasser dem Schiffszug flussaufwärts verursachte, suchten die Römer durch die Schaffung eines an dem Donauufer entlang führenden Weges zu überwinden. Diese Uferstrasse bot nicht nur dem Leinzug einen sicheren Weg, sondern sie war gleichzeitig die Fortführung der bedeutungsvollen Verkehrsstrasse nach der unteren Donau.

Um an den Stellen, an welchen die Felsen unmittelbar von der Donau aus ansteigen, das erforderliche Terrain für die Führung der Strasse am Ufer entlang zu gewinnen, sind zwei verschiedene Systeme zur Anwendung gekommen. Die Durchführung der Strasse an dem Grebendefilé wurde unter

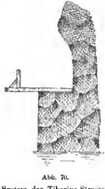



Abb. 70.
System der Tiberius-Strasse.

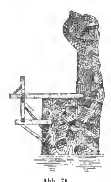


Abb. 71.
System der Trajans-Strasse.

Tiberius ausgeführt und von den Baumeistern desselben die schwierige Aufgabe in der nachstehend geschilderten Weise gelöst.

In dem Gebirge wurde eine 3 m hohe und nahezu 2 m breite Aussparung geschaffen und in der Sohle dieses Ausschnitts sodann in Entfernungen von 2,70 m 20 cm im Quadrat haltende Einschnitte hergestellt, in welche Balken von entsprechenden Dimensionen eingelegt wurden. (Abb. 70.)

An dem Kasanpasse, woselbst die Strasse unter Trajan zur Ausführung kam, wurde sie nur etwa 1,5—1,75 m aus dem Felsen herausgearbeitet und die übrige Strassenbreite durch Kragekonstruktionen, wie solche Abb. 71 zeigt, gewonnen.

An diesem Werke arbeiteten die römischen und macedonischen Legionen; es wurde unter Kaiser Tiberius begonnen und im Jahre 103 n. Chr. von Trajan vollendet. Auf diese Schöpfung weisen drei noch vorhandene Erinnerungstafeln hin.

Die hervorragendste und berühmteste römische Militärstrasse Macedoniens war die via Egnatia, die einen Abschnitt der Route Rom-Asien (zweite

Gruppe) bildete. Ihre Entstehungszeit ist unbekannt. Man vermuthet, dass diese Heerstrasse nach dem vergeblichen Aufstand des Andriskos (149 v. Chr.) zur besseren Sicherung der Provinz erbaut worden sei. Cicero scheint sich im Jahre 58 v. Chr. auf dieser Strasse von Dyrrhachium nach dem Verbannungsort Thessalonica begeben zu haben. Nach ihren Ueberresten dürfte die Strasse hinsichtlich der Bauweise zu den einfacher hergestellten Wegen gehört haben. Die Steigungen der via Egnatia waren sehr gross, sodass wohl nie ein Wagen über ihre Gebirgsstrecke gefahren sein dürfte.

Wie aus diesen Angaben ersichtlich ist, haben die Römer durchaus nicht immer die Strassen in der opulentesten Weise hergestellt, sondern sich vielmehr unter Umständen mit sehr bescheidenen Anlagen begnügt.

Ausserordentlich zahlreich sind die Ueberreste ehemaliger Römerstrassen in Kleinasien, welcher Landestheil einst mit einem ungemein weitverzweigten Strassennetz bedeckt gewesen sein muss. Zum Theil gehören diese Strassen zu schwierigen Werken der Ingenieurtechnik, da sie in durchgehauenen Felsengen über Berge und mittelst Dämmen durch Sumpfebenen geführt werden mussten.

In der Umgebung von Tarsus finden sich die Ueberreste einer etwa 1 Stunde langen, aus Quadersteinen gebauten Kunststrasse, an welcher ein Triumphbogen errichtet war. Diese Strasse scheint nach den berühmten cilicischen Pässen geführt zu haben.

Mannigfache Spuren alter Felsenstrassen finden sich in dem Bulghar Dagh, so eine Riesentreppe an dem Thore des Gebirgspasses.

Die Römerstrasse zwischen Selefkeh und Pompejopolis muss als ein hervorragendes Werk bezeichnet werden, da sie in den nackten eisenharten Felsen eingemeisselt und an vielen Stellen durch die Felswände hindurch geführt ist. An ihr finden sich mancherlei Reste von Brunnen, Cisternen und Aquädukten. Grosse Gebäude, auf Gewölben ruhend und mit Kuppeln überdeckt, liegen in einer Gegend, die heute vollständig menschenleer ist.

Von Eleusa, der Prachtresidenz des Archelaus, führte eine aus enormen Quadern erbaute Römerstrasse in der Richtung nach Selencia. An dieser Strasse sind ebenfalls aus den Felsen gehauene Stufen vorhanden.

Auch an anderen Stellen, so an den Pässen bei Adalia und Cretopolis sind die Spuren von Felsenstrassen anzutreffen, über die jedoch keine abschliessenden Mittheilungen vorliegen. Das Gleiche gilt von den von Schönborn am Sekia-Passe aufgefundenen Resten einer antiken Strasse.

In Syrien finden sich am Baradafluss, dem für die Stadt Damaskus und ihrer Umgebung so ausserordentlich bedeutungsvollen Wasserlauf, in einer Entfernung von 18 römischen Meilen vor der genannten Stadt Spuren eines künstlich durch die Felsen gesprengten Weges. Derselbe bildete den Zugang zu der Nekropolis von Abila.

Pococke hat an drei Stellen in die Felsen eingehauene Strassen angetroffen, deren Breite 10, 20 und 40 Fuss betrug.

In dieser Gegend gefundene römische Inschriften besagen, dass die bei einem Bergsturz fortgerissene Brücke durch den römischen Präfekten der Provinz Syrien, Jul. Verus und seinen Freund unter den Kaisern Marc Aurelius und Lucius Verus auf Kosten der Bewohner von Abila wieder hergestellt worden sei. Auf dem Berge wurde ein durch den Fels gehauener Kanal geschaffen, um das Wasser ableiten zu können und ferneren Bergstürzen an der bedeutenden Strasse nach Damaskus vorzubeugen. Diese Anlagen dürften in der Zeit von 166—169 n. Chr. zur Ausführung gekommen sein.

Nach einer aufgefundenen Inschrift liess Nero die Strasse zwischen Apamea und Cius wiederherstellen, bei welcher Gelegenheit er einen Felsen durchbrechen liess, um den Weg abzukürzen.

Der bedeutendste Strassenbau Syriens ist die via Antoniniana. Bei Vorführung der Strassenanlagen an der Mündung des Nahr el-Kelb war darauf hingewiesen worden, dass unterhalb der älteren Strasse eine solche aus der Römerzeit läuft. (S. Abh. 58, Seite 209.)

Diese letztere Strasse ist, wie aus den bezüglichen Inschriften hervorgeht, dem Kaiser Antoninus (Marc-Aurel, 161—180 n. Chr.) zu verdanken.

Mit grossen Anstrengungen wurde in der sehr steil ansteigenden Felswand die Kunststrasse eingehauen, welche der ganzen Küstenstrasse den Namen via Antoniniana gegeben hat. Den Inschriften zufolge fiel dieser Wegebau in die letzten Regierungsjahre des Kaisers, der nach ihrer Vollendung starb. Die Breite der Strasse beträgt nur wenige Schritte. Ihre Höhenlage über dem Meeresspiegel ist etwa 50 Fuss.

Reich ist der Hauran-Distrikt und das Dschôlân an Spuren antiker Strassen. Schumacher erwähnt z. B. die Reste einer noch jetzt mehrere Kilometer langen Strasse, die mit Basaltplatten in einer Breite von 5 m belegt ist. Bei Rukkad trifft man die Reste einer Brücke an (Dschisr er Rukkad).

Bei der Verschiedenartigkeit der Herstellungsweise der Römerstrassen ist es erklärlich, dass die Kosten für die einzelnen Strecken eine sehr verschiedene Höhe für die Längeneinheit erreichten. So beliefen sich z. B. die Kosten einer Meile Strasse zwischen Benevent und Aeclanium (zur Zeit Hadrians) auf 108800 Mark. Wenn auch der grössere Theil der Strassen nicht so kostspielig war, so lässt diese Angabe immerhin erkennen, welche ausserordentlich hohen Beträge die Römer für ihr Strassennetz aufgewandt haben müssen.

Dass ein so ausgedehntes und, wie besonders hervorzuheben ist, ein so gut angelegtes Strassennetz wie das römische dem Handel und Verkehr ausserordentliche Vortheile bieten musste, dürfte ohne Weiteres klar sein.

Der römische Staat setzte eine Anzahl Kommissionen ein, um dieses Strassennetz zu überwachen und zu unterhalten. Die Beauftragung mit diesem Amte galt als eine sehr hohe Ehre für den Erwählten. Im allgemeinen wurden zu diesen Kuratoren Personen gewählt, die sich bereits Verdienste um das öffentliche Wohl erworben hatten. So war Julius Cäsar Kurator der via Appia

und suchte sich in dieser Stellung durch besondere Aufwendungen die Gunst des Volkes zu erwerben.

Die Landwege, d. h. also diejenigen Strassen, die nicht zu dem Hauptnetze gehörten, waren den Konsuln und Tribunen unterstellt, und manche derselben sind nach diesen benannt.

Die Unterhaltung der Hauptstrassen erfolgte in der Hauptsache aus öffentlichen Mitteln. Als sich in den staatlichen und provinzialen Verwaltungszweigen Unordnung eingeschlichen hatte, schuf die kaiserliche Regierung durch ausserordentliche Massregeln hier wieder Ordnung.

Die Kaiser veranlassten reiche Privatleute zu freiwilligen Beiträgen, wie sie selbst öffentliche Bauten auf ihre Kosten übernahmen. Sie ordneten ferner eine regelmässige Theilnahme der Gemeinden an und genehmigten, wo solches nothwendig war, die Erhebung eines Chausseegeldes; allerdings liegt bis jetzt nur eine diesbezügliche Nachricht vor.

Durch die Verwendung der Soldaten wurden die Anlagekosten der Strassen erheblich vermindert. Auf die allgemeinen römischen Verwaltungsverhältnisse, sowie auf die Stellung der Ingenieure etc. wird in dem Schlusskapitel näher eingegangen werden.

Unter Julius Cäsar wurden neue Strassenvermessungen begonnen, eine Arbeit, die jedoch erst unter Augustus Regierung zum Abschluss kam und deren Vollendung 35 Jahre beanspruchte. Die Strassen wurden sämmtlich aufgezeichnet und dieser Plan öffentlich zum allgemeinen Gebrauch im Porticus des Agrippa am Pantheon ausgestellt. Bereits der Tribun C. Gracchus hatte die Wege nach Meilen ausmessen und Meilensteine errrichten lassen. Er verdankte die Gunst, in welcher er beim Volke stand, zu einem wesentlichen Theile der Förderung, welche er dem Wegebau hatte angedeihen lassen.

Da auf den römischen Strassen ein sehr ausgedehnter Verkehr herrschte, so war das Vorhandensein von Wegekarten ein Erforderniss. In diesen Karten waren die Richtungen der Strassen, die Entfernungen, die Haltestellen und Nachtquartiere genau angegeben. Wie einzelne Funde erkennen lassen, waren derartige Verzeichnisse sehr verbreitet. So hat man in den Bädern von Viracello am Lago di Bracciano vier Silbergefässe in der Form der Meilensteine gefunden, auf welchen die vollständige Reiseroute von Gades nach Rom mit Angabe aller Stationen und Entfernungen eingravirt ist.

Die Wegekarten, die Itinerarien, waren ursprünglich wohl nur für den Kaiser, die Hauptmagistratspersonen und die Feldherrn bestimmt und dürften erst seit dem 2. Jahrhundert Allgemeingut geworden sein.

Einzelne dieser Verzeichnisse sind, wenn auch in verstümmelter Form und nicht fehlerlos, bis auf unsere Zeit gekommen.

Namentlich sind es drei Itinerarien, die sich für das Studium des römischen Strassennetzes als von ausserordentlicher Bedeutung erwiesen haben, das Itinerarium Antonini, die berühmte Peutinger'sche Karte, sowie das Itinerarium

Hierosolymitanum. Die Entfernungsangaben sind auf diesen Karten meistens nach römischen Meilen erfolgt, deren Länge zu 1482 m ermittelt ist.

Die Peutinger'sche Karte trägt ihren Namen nach dem Stadtschreiber und Alterthumsforscher Konrad Peutinger zu Augsburg (gest. 1547). Sie wurde aller Wahrscheinlichkeit nach gegen das Jahr 393 n. Chr. in Konstantinopel angefertigt. Abb. 51, Seite 174 giebt einen Ausschnitt aus diesem Itinerarium wieder.



Abb. 72.
Miliarium aureum.

Das dritte der genannten Itinerarien enthält die Strecke von Bordeaux (Burdigala) nach Jerusalem.

In dem Vorangegangenen sind bereits einige Förderer des römischen Strassenbaues, wie Appius Claudius, Grachus, Cäsar, Agrippa, Augustus, Trajan, Marc Aurel genannt worden. Von den Kaisern sind ausserdem zu nennen: Vespasian, Domitian, Hadrian und Septimius Severus.

Augustus (30 v. Chr. bis 14 n. Chr.) liess die flaminische Heerstrasse von Rom bis Ariminium ausbessern. Ihm verdanken eine Anzahl Strassen ihre glanzvolle Ausschmückung, wie er auch ein eifriger Förderer des Baues der Alpenstrassen war. Am Eingange des grossen Forums unterhalb des Tempels des Saturn liess Augustus eine Säule (Miliarium aureum) errichten, welche wahrscheinlich die in Abb. 72 dargestellte Form besass. Die gewöhnlichen Meilensteine bestanden aus einem Cylinder von etwa 8 Fuss Höhe, der in manchen Fällen eine Base und ein Kapitäl besass. Jeder Meilenstein zeigte die Zahl, welche seiner Entfernung von der Hauptstadt entsprach. Das Mass der Entfernung zweier Meilensteine betrug 1000 Schritt, zu 5 Fuss gerechnet. Gewöhnlich war auf den Steinen ausserdem der Name des Wegeerbauers unter Beifügung seiner Würde eingehauen. An dem von Augustus auf dem Forum zu Rom gesetzten Stein nahmen alle Heerstrassen Italiens ihren Anfang und erreichten hier ihren Endpunkt. Die Zählung der Meilen erfolgte jedoch nicht von dieser Säule aus. Das Recht zur Setzung der Meilensteine war ein Reservatrecht Roms den abhängigen Staaten gegenüber und daher wurde bei der Zählung der Meilensteine keine Rücksicht auf die Territorialgrenzen genommen.

Die Zählung der römischen Meilensteine von Rom, und nicht von den Municipien aus, konnte jedoch für die Provinzen nicht überall durchgeführt werden. Für die provinziale Meilenzählung wurden deshalb lokale Centren substituirt, so z. B. wurden die Meilensteine der Strassen von Asien schon unter der Republik von Ephesus aus gezählt.

Auch bei der provinzialen Meilenzählung wurde auf den Reichsstrassen von den Territorialgrenzen abgesehen.

In Italien wurde die Einheitlichkeit der Meilenzählung lange festgehalten, doch bildeten sich auch hier im Laufe der Zeit sekundäre Mittelpunkte. Mit dem 3. Jahrhundert trat namentlich in Oberitalien eine Meilenzählung nach den territorialen Verhältnissen ein, und wurden die Meilen fortan von den einzelnen Städten bis zu deren Gebietsgrenzen gezählt. Fraglich ist es, ob und in wie weit neben dieser Zählungsweise die alte Durchzählung beibehalten worden ist.

Augustus wurde in seinen Bemühungen auf dem gesammten Gebiete des Bauwesens von seinem Freund und Schwiegersohn Agrippa unterstützt. Agrippa liess u. a. von Coccejus den Tunnel durch den zwischen Neapel und Puteoli sich hinziehenden Bergrücken des Pausilippo (genannt nach jenem Menschen, der seine Muränen mit Sklaven füttern liess) ausführen.

Unter Vespasian (69—79 n. Chr.) wurde die flaminische Strasse durch den Felsdurchbruch unweit dem jetzigen Fossombroni abgekürzt. Nach Aurelius Victor ist diesem Kaiser die Anlegung einer grösseren Anzahl Heerstrassen zu danken. Domitian (81—96 n. Chr.) baute die Strasse von Sinuessa nach Puteoli, wodurch der Umweg über Capua und Neapolis vermieden wurde. Dieser Strassenbau war mit Schwierigkeiten verbunden, namentlich verursachte die sumpfige Terrainbeschaffenheit an der Mündung des Vulturnus viele Mühe. Der Fluss wurde regulirt und eine prachtvolle Brücke über denselben erbaut.

Den Kaisern Hadrian, Antonius und Marcus Aurelius sind ebenfalls zahlreiche Strassenanlagen zu danken. Septimius Severus und seine Söhne liessen auf ihre Kosten eine Strasse in der Nähe von Rom pflastern und die Strassen in Spanien ausbessern.

Mit dem römischen Strassenbau hängt auf das Engste die Ausbildung des römischen Postwesens, des cursus publicus, zusammen, worunter der staatlich organisirte Transportbetrieb für politische Zwecke zu verstehen ist. Diese ausserordentlich kostspielige Einrichtung kam der Allgemeinheit jedoch nur indirekt zu Nutzen, da das römische Postwesen fast ausschliesslich Regierungszwecken diente.

Zur Zeit der Republik wurden die Regierungsdepeschen lediglich durch Boten (viatores) übermittelt. Zur Beförderung dieser Boten diente ein nicht sehr ausgebildetes Vorspannwesen.

Die Entstehung und Schaffung des cursus publicus fällt mit dem Beginn des Kaiserreiches zusammen. Auch bei dieser Schöpfung wurde Augustus durch seinen Freund Agrippa auf das Thatkräftigste unterstützt. Die Einrichtung dieser Verkehrsanstalt erfolgte in Anlehnung an das von den Persern gegebene Vorbild. Ihr Zweck war in erster Linie, eine regelmässige Verbindung aller Provinzen mit Rom herzustellen. Die Einrichtung des Augustus bestand in einer militärisch organisirten Staatspost, welche die amtlichen Depeschen von Station zu Station durch Kuriere beförderte. Die vollständigste Ausbildung

erhielt der cursus publicus unter den Kaisern Konstantin, Theodosius und Honorius.

Für die Beförderung von Privatpersonen waren Privatunternehmungen vorhanden, wenigstens haben sich in Italien Spuren von der Organisation dieses Privatfuhrwesens erhalten, indem das Vorhandensein von Innungen der Vermiether von zweiräderigen Wagen und Zugthieren nachgewiesen worden ist.

Die Beförderung des cursus publicus erfolgte stationsweise, d. h. die gesammten Wegstrecken waren zu diesem Zwecke in eine Anzahl Stationen eingetheilt, die nach ihrer Bedeutung in mansiones und mutationes unterschieden wurden. Die Entfernung der mansiones betrug je eine Tagereise, zwischen zwei mansiones lagen 5—8 mutationes. Die letzteren waren einfache Futter- oder Umspannstationen, während die mansiones, wenn irgend angängig, an grösseren Orten errichtet und mit allem zur Verpflegung und Uebernachtung der Reisenden Nöthigen ausgestattet waren. Nicht selten besassen die mansiones kaiserliche Wohngemächer und waren ihre Gastzimmer mit grosser Pracht geschmückt.

Diese Hauptstationen hatten solche Abmessungen, dass durchmarschirenden Truppenabtheilungen hier Nachtquartier, Proviant und Fourage gewährt werden konnte. Der durchschnittliche Pferdebestand jeder Station betrug 40. Von diesen Pferden durfte nur eine bestimmte Anzahl zu Reisen oder zu Beförderungen benutzt werden, die an der Station ihren Ausgang nahmen, der übrige Theil musste für den durchgehenden Verkehr bereit gehalten werden. Kaiser Valerius setzte die letztere Zahl auf 5 fest, Justinian erhöhte dieselbe auf 10.

Der Verkehr wurde vermittelt durch die Benutzung von Pferden, Ochsen, Mauleseln und Eseln, sowie von Wagen der verschiedensten Form. Die Wagen dienten zum Transport von Personen, öffentlichen Abgaben, Waffen und Lebensmitteln. Der eigentliche Postreisewagen (Eilwagen) war die rheda currus. Dieser Schnellpostwagen besass vier Räder und konnte zwei bis vier Personen aufnehmen. Die Bespannung bestand aus zwei oder vier Pferden; wenn dagegen Maulthiere vorgespannt wurden, aus acht derselben im Sommer und zehn im Winter. Die gewöhnlichen Transportwagen hiessen carrus und waren ebenfalls vierräderig. Für die Fortschaffung von Gütern dienten vorzugsweise Wagen, welche die Form von Leiterwagen besassen. Waren dieselben zweiräderig, so hiessen sie birote. Sie wurden gewöhnlich mit zwei Pferden oder drei Maulthieren bespannt.

Besondere Wagen, wie Pracht-, Frauen- und Priester-Wagen waren nur auf vereinzelten Stationen vorhanden.

Jede Einzelheit des auf den römischen Strassen stattfindenden Verkehrs war genau geregelt. So finden sich z. B. eingehende Bestimmungen über die zulässige Zug- und Tragkraft der Pferde, über die Leistungen der reitenden Boten (veredarii), ja Kaiser Valentin erliess im Jahre 364 v. Chr. sogar eine Verordnung, in welcher die Maſse der Wagen genau bestimmt wurden.

Sämmtliche bei dem cursus publicus beschäftigten Personen hatten ihre besondere Benennung und viele derselben trugen unterscheidende Bezeichnungen. Das Abzeichen der Kuriere bestand aus Federn auf dem Hute (nach Stephan eine Erinnerung an die Schnelligkeit des Vogelfluges oder an das geflügelte Haupt des olympischen Boten). Die kaiserlichen Kuriere wurden aus der Elite der Legionen gewählt und bildeten ein glänzendes und sehr bevorzugtes Corps (Equites singulares).

Die oberste Leitung des ganzen cursus publicus lag in Rom in den Händen des Praefectus praetorii, dessen Stellvertreter der Praefectus urbis war. Die Vorsteher der Stationen hiessen stratores. Für die beständige Revision der ganzen Anstalt waren besondere Beamte eingesetzt, deren Pflicht es war, die Routen fortwährend zu bereisen, um sich von dem guten Zustande der Stationen, der Wege, Brücken und Fähren zu überzeugen. Sie hatten gegebenen Falles die Massregeln zur Beseitigung der vorgefundenen Uebelstände anzugeben und hierüber an die vorgesetzte Behörde Bericht zu erstatten. Auf den grösseren Stationen befanden sich je ein Thierarzt, Kurschmied, ein Wagen- und Geschirrmeister.

Ueber einzelne der auf den Römerstrassen erzielten Bewegungsleistungen liegen bestimmte Angaben vor.

Tiberius Nero legte nach dem Bekanntwerden der Erkrankung des Drusus Germanicus mit Benutzung von drei Wagen in 24 Stunden 200 römische Meilen, d. h. 300 km zurück. Die Tour von Antiochia bis Konstantinopel, 1102 km, wurde in einem besonderen Fall in 5—6 Tagen zurückgelegt (d. h. eine stündliche Geschwindigkeit von durchschnittlich 8,3 km erzielt). Cäsar, der wegen seiner raschen Reisen berühmt war, legte mittelst Wagen in einem Tage 148 km zurück, d. h. erzielte eine stündliche Geschwindigkeit von 11 km bei 13—14stündiger täglicher Fahrzeit. Bei eiligen Depeschen wurde durchschnittlich eine Tagesleistung von 300 km gerechnet. Die aufgeführten Leistungen sind als Ausnahmen zu bezeichnen. Als eine zutreffende, für die gewöhnlichen Verhältnisse in Betracht kommende Tagesleistung sind etwa 6—8 Meilen (etwa 53 km) zu betrachten. Man kann rechnen, dass beispielsweise von Reisenden die Strecke von Regensburg nach Verona in 15 Tagen, von Lyon nach Turin in 12 Tagen, von Rom nach Mailand in 11 Tagen und von London nach Chester in 5 Tagen zurückgelegt werden konnte.

Reisende waren die Staatsbeamten, Militärpersonen, Veteranen und solche Personen, welche Fahrscheine (evectiones) erhielten.

Die Ermächtigung zur Benutzung des cursus publicus konnten der Kaiser, der Praefectus praetorii und der Praefectus urbis, sowie in früheren Zeiten alle Prokonsuln, Proprätoren und Rectores ertheilen. Die im Laufe der Zeit überhandnehmenden Missbräuche machten eine Einschränkung in der zur Ausstellung der Fahrscheine berechtigten Personenzahl zur Nothwendigkeit.

Die Erlaubnissscheine waren auf starkem Papier oder Pergament ausgestellt und trugen das kaiserliche Wappen, beziehungsweise ein Ministerial-

siegel. In diesen Scheinen waren die Art und die Anzahl der für die betreffende Person und deren Gefolge zu stellenden Transportmittel, die Speisen und Getränke, welche verabreicht werden sollten u. s. w. angegeben.

Der mit den Erlaubnissscheinen getriebene Missbrauch artete in einen Handel mit denselben aus und zwang den Kaiser Konstantinus, die Strafe des Exils dem Käufer wie dem Verkäufer anzudrohen.

Die Unterhaltung der Verkehrseinrichtungen lag den Provinzbewohnern ob, die auch für die Versorgung der Reisenden sorgen mussten. Ein Fahrschein berechtigte zur Requisition des gesammten Unterhalts für die sämmtlichen Personen und Thiere, die etwa mitgebracht wurden. Hiernach ist es erklärlich, dass die Führung des cursus publicus durch ein bestimmtes Gebiet als eine grosse Benachtheiligung von den Betroffenen empfunden wurde. Die Belastung der Bewohner war so gross, dass sich verschiedene römische Kaiser veranlasst sahen, Erleichterungen eintreten zu lassen.

In besonders eiligen Fällen wurden Truppenabtheilungen mit dem cursus publicus befördert, und zur Beschleunigung des Marsches häufig Gepäck und sonstige Montirungsstücke etc. auf diese Weise transportirt. Den Soldaten war — von Eilmärschen abgesehen — eine tägliche Marschleistung von 20 römischen Meilen = 30 km vorgeschrieben, die in 5 Sommerstunden zurückgelegt wurden.

Die in dem grossen Reiche stattfindenden Truppendislokationen waren ausserordentlicher Art. So wurde z. B. die 22. Legion, die zur Zeit der Kreuzigung Christi in Jerusalem stand, nach Mainz verlegt; später kam sie nach Britannien und von hier nach Ems.

Auch die Versetzung der Beamten auf weitere Entfernungen, so von Spanien nach Gallien, von Dacien nach Numidien, war kein ungewöhnliches Ereigniss. Viele derselben, wie z. B. Senatoren, höhere Offiziere, Decurionen der Municipien, mussten sich nach Rom begeben, wenn sie in den Provinzen eines Kapitalverbrechens angeklagt waren, das der Gerichtsbarkeit der Statthalter nicht unterworfen war.

Die Blüthezeit der römischen Staatspost war der Zeitraum von der Mitte des 1. bis zum Schluss des 3. Jahrhunderts v. Chr. Sie erstreckte sich zu dieser Zeit vom Piktenwall bis zum Wendekreis des Krebses und von den Säulen des Herkules bis zum Euphrat. Der Niedergang des römischen Reiches hatte naturgemäss auch einen ausserordentlich nachtheiligen Einfluss auf diese Staatseinrichtung, die namentlich durch Kaiser Leo (457—474 v. Chr.) eine bedeutende Einschränkung erfuhr.

Ueber die Art des Reisens liegen zahlreiche Angaben vor, sodass es möglich ist, sich von dem Verkehrsleben ein anschauliches Bild zu machen. Die einfachen Reisenden gingen zu Fuss, wobei wohl auch das Gepäck von Maulthieren getragen wurde, oder ritten zu Pferde. Die Begleitung durch einen oder mehrere Sklaven war selbst für weniger begüterte Reisende das Uebliche. Fuhr der Herr im Wagen, so folgten die Sklaven ebenfalls in

einem Gespann. Personen der höheren Stände waren fast immer von einer zahlreichen Dienerschaft begleitet und führten umfangreiches Gepäck mit. Die Art zu reisen artete allmählich, wie so vieles andere, in den grössten Luxus aus. So soll Nero stets mit 1000 Karossen gereist sein. Die Vorreiter und Läufer waren auf das Reichste geschmückt, die Hufeisen der Maulthiere von Silber, die Maulthiertreiber in rothe Röcke gehüllt. Die Reisewagen waren nicht selten mit Gold, Silber und Messing auf das Kunstvollste geschmückt, mit Vorhängen von Seide oder anderen kostbaren Stoffen bekleidet und mit allen erdenklichen Bequemlichkeiten ausgestattet. Die an manchen Wagen angebrachte Vorrichtung zur Messung der zurückgelegten Wegeslängen wurde bereits bei Besprechung des antiken Maschinenwesens erwähnt. Der Wagenzug wurde durch buntgekleidete Mohren, numidische Vorreiter und Läufer eröffnet, deren Aufgabe die Freihaltung des Weges war. Die Zugthiere waren mit purpurnen oder gestickten Decken behängt und trugen vergoldete Gehänge und Gebisse. Dabei wurden die Wagen meistens von Männern benutzt, indem Frauen von Stande gewöhnlich in Sänften reisten.

Zur Unterkunft der Reisenden dienten, soweit Privatpersonen in Betracht kamen, Gasthäuser. Da diese jedoch den Bedürfnissen der verwöhnten Reisenden nicht genügten, so hatten diese vielfach Zelte bei sich und enthielt ihr umfangreiches Reisegepäck alles in dieser Beziehung Erforderliche. Die Gasthäuser waren durch Schilder kenntlich gemacht, die häufig Thierbilder zeigten und Namen trugen, wie: „Zum Hahn“, „Zum Kamel“, „Zu den Schlangen“, „Zum grossen Kranich“. Auf diesen Schildern wurde den Reisenden „freundliche Bedienung, Bäder und alle Bequemlichkeiten“ versprochen. In Antibes hat man ein Gasthofschild mit der Inschrift gefunden: „Ein Wörtchen, lieber Wanderer! Komm einmal herein: Dort meldet Alles eine Kupfertafel Dir.“ Unter dieser Kupfertafel hat man sich nach Friedländer jedenfalls einen Tarif zu denken. Im allgemeinen erfreuten sich die Gasthäuser keines guten Rufes und wurden, wie oben erwähnt, von vornehmeren Reisenden in der Regel nicht benutzt.

Als ein Uebel wurden die Zöllner und Räuber von den Reisenden empfunden, namentlich die letzteren machten denselben, wie auch den Behörden, viel zu schaffen. Auch in Deutschland, so bei Darmstadt und Trier, hat man römische Denkmäler gefunden, die durch Räuberhand gefallenen Personen errichtet worden waren. Vorsichtige Reisende schlossen sich auf unsicheren Strecken gern dem Gefolge eines höheren Beamten an oder erwirkten sich militärische Begleitung. Räubergeschichten spielten in der Litteratur eine hervorragende Rolle.

Die Grösse und Verwaltung, wie nicht minder die ganze Beschaffenheit des römischen Weltreiches bedingte naturgemäss einen regen Verkehr. Namentlich die Centralisation der Verwaltung und der Rechtspflege machte eine beständige lebhafte Kommunikation aller Theile des Reiches mit der Hauptstadt

Roma, sowie der einzelnen Provinzialresidenzen untereinander zur Nothwendigkeit. Die Aushebung der Truppen, wie nicht minder die Reisen der Privatpersonen trugen viel zur Lebhaftigkeit des Verkehrs überhaupt bei. Die ausgehobene Mannschaft diente in vielen Fällen nicht in ihrem Heimathlande, sondern in weitentlegenen Provinzen. So finden sich in Mainz unter den zahlreich erhaltenen Grabsteinen solche von Soldaten und Offizieren aus dem Rheinland, Holland und Brabant, aus Ungarn, Frankreich und aus allen Gegenden Italiens, sowie aus Syrien und Spanien.

Unter den Reisenden auf den römischen Strassen befanden sich in sehr grosser Zahl Kaufleute, die zur Anknüpfung von Handelsbeziehungen gezwungen waren, viel zu reisen. Die Reisen von Studirenden und Professoren waren eine alltägliche Erscheinung, besonders die Rhetoren und Sophisten reisten unaufhörlich umher, von einer Stadt zur andern, um Unterricht zu ertheilen und Vorträge zu halten. Unter den Aerzten und Grammatikern befanden sich ebenfalls viele, die herumzogen. Künstler und Kunsthandwerker, besonders aber Bühnenkünstler waren fortwährend auf der Wanderung begriffen. Die Letzteren zogen theils einzeln, theils truppweise umher.

Die in allen Provinzen sehr zahlreich abgehaltenen Feste und Schauspiele zogen stets sehr viele Menschen von weit herbei. In Rom strömten zu den grossen Schauspielen die Fremden aus der ganzen Welt zusammen. Ebenso waren bei den olympischen und pythischen Spielen auch noch zur Zeit der Römerherrschaft ausserordentlich grosse Menschenmassen versammelt, welche wiederum Händler und Gewerbetreibende aller Art herbeilockten. Die Wallfahrtsorte waren nicht minder das Ziel zahlreicher Wanderer.

Neben den Vergnügungsreisenden war die Zahl der Badereisenden gleichfalls nicht gering, und Friedländer ist der Ansicht, dass der Gebrauch von Badeorten im Alterthum kaum minder allgemein gewesen sei, wie in der Jetztzeit. Gewiss ist, dass ein grosser Theil der noch jetzt benutzten Heilquellen bereits zur Zeit der Römer entdeckt war, so Baden bei Zürich, Teplitz, Ems, Pyrmont, Aachen. Bath (Aquae Sulis) war nicht nur seiner Militärwerkstätten wegen wichtig, sondern besonders auch durch seine Heilquellen, die von zahlreichen Patienten aufgesucht wurden, von Bedeutung. In den Ländern des Mittelmeeres, auf afrikanischem Boden, in den Pyrenäen, in den Karpathen, in den Alpen und in der Auvergne haben sich Reste römischer Badeanlagen gefunden. Wie noch heute, so waren auch in jener Zeit einzelne dieser Badeorte in der Hauptsache Vergnügungsorte. In dieser Beziehung erfreuten sich besonders Bajä, Aedepsus und Kanobus eines besonderen Rufes. Bajä war das erste Luxusbad der alten Welt, das auf das Reichste von Natur und Kunst geschmückt war. Dieser Ort besass grossartige Anlagen und Anstalten für den Kurgebrauch, sowie die glänzendsten Gebäude für den Aufenthalt und das Vergnügen der Gesunden. Kaiserliche Paläste waren daselbst in grosser Anzahl vorhanden. Die Villen lagen auf den Höhen und am Meeresstrande, ja einzelne

derselben waren in das Meer hinausgebaut. Die prachtvollsten Feste wechselten mit einander ab, auf den Meereswogen schaukelten unzählige Barken nnd Gondeln. Vom Morgen bis zum Abend erschallten Gesänge nnd Mnsik. Bajä war durch die Ueppigkeit nnd Zügellosigkeit seines Badelebens sprichwörtlich.

Aedepsus auf Euböa, ebenfalls am Meere belegen, erfreute sich in dieser Beziehung eines besseren Rufes, es war der Sammelplatz für ganz Griechenland, doch fehlten auch nicht römische Besucher.

Kanobus in der Nähe von Alexandria war gleich Bajä durch das zügellose Leben daselbst berüchtigt.

B. Brückenbau.

1. Allgemeines.

Der Brückenhau bildet innerhalb des Wegebaues ein wichtiges Glied, ist es doch vielfach nur durch Ueberbrückung der Wasserläufe oder Schluchten möglich, den Weg auf weite Strecken als ein zusammenhängendes Ganzes zur Ausführung zu bringen. Es ist daher erklärlich, dass die Entwicklung der Verkehrsstrassen auf die Ausbildnng des Brückenbaues von Einflnss gewesen ist. Da die Strassen oder vielmehr die Verkehrspfade ursprünglich nur von Fussgängern, dann auch von Lastthieren benutzt wnrden, so war es angängig, dass znnächst primitivere Mittel, wie Steinplatten oder neben einander gelegte Baumstämme für eine Ueberbrückung genügten. Im Laufe der Entwicklung des Strassenbaues wurde es jedoch nöthig, auch dem Verbindungsglied zweier Strassenstrecken, der Brücke, eine weitergehende Konstruktion zu Theil werden zu lassen. Aber nicht nur für die Führung von Strassen über Schluchten oder Flussläufe wurden besondere Bauwerke erforderlich, sondern diese Bauwerke konnten anch nicht bei der Erbaunng von Wasserleitungen, namentlich bei der Schaffnng der römischen Wasserleitungen, entbehrt werden. Brückenbauwerke für den letzteren Zweck (Aquädukte im modernen Sinne), sind von den Römern in grosser Zahl errichtet worden, und befinden sich unter denselhen einige, die zu den imposantesten Schöpfungen des antiken Brückenbaues überhaupt gehören. Eine Beschreibung dieser letzteren Werke erfolgt jedoch zweckmässig im Zusammenhange mit der Vorführung der städtischen Wasserversorgungsanlagen. Brücken, welche der Ueberführung eines Wasserlaufes (Kanal oder schiffbarer Fluss) über eine Strasse oder über einen anderen Wasserlauf dienten, sind im Alterthume nach dem bisherigen Ergebniss der Forschung nicht zur Ausführung gekommen. Dagegen gab es einzelne Brücken, wie die bei Civita Castellana und Volci, welche ausser einer Strasse auch einer Wasserleitung zur Ueberführung dienten.

Die Hemmung, welche ein Wasserlauf der Fortführung eines Verkehrsweges entgegenstellte, suchte man, wo solches möglich war, durch Benutzung seichter Stellen, sogenannter Furthen, zu beseitigen.

Derartige Stellen waren nicht selten der erste Keim zur Entstehung von Ortschaften. Als so entstandene Städte sind zu nennen: Thapaskus am Euphrat, Vada Sabatorum (die Furth der Sabater), Vada Volaterna (die Volaternische Furth, heute Torri di Vado), in unserem Vaterlande: Frankfurt (die Furth der Franken), Schweinfurt, Erfurt; in Galizien: Brody.

Derartige Furthstellen gelangten mit beginnender Flussschiffahrt zu erhöhter Bedeutung, da hier häufig eine Umladung der Waaren vorgenommen werden musste. Der früheren Anschauung entsprach es, solche Verkehrshindernisse der Flussschiffahrt bestehen zu lassen, um dieses Hemmniss als einträglichen Zwangsstapel auszunutzen. Erst die Erkenntniss des Werthes und der Bedeutung eines ungehemmten Handels liess solche Hindernisse verschwinden.

Als ein Fortschritt in der Verkehrsentwicklung ist die Einrichtung von Fähren zu bezeichnen.

Auch auf diese Verkehrseinrichtung weisen verschiedene antike Städtenamen hin, so Trajectum ad Rhenum oder Ultrajectum, das jetzige Utrecht und das Trajectum ad Mosam, jetzt Mastricht.

Aus der Fähre entwickelte sich zweifellos im Laufe der Zeit die Schiffsbrücke, die jedoch, wenn auch eine primitive Form, nicht als die erste Stufe des Brückenbaues zu betrachten ist, da die Entwicklung der Brückenkonstruktion an der festen Brücke selbst erfolgte.

Bevor auf diesen Entwicklungsgang eingegangen wird, soll kurz dasjenige angeführt werden, was über die antiken Schiffsbrücken zu berichten ist.

Die Geschichte erzählt u. a. von den Brücken des Darius über den Bosporus, des Xerxes über den Hellespont, von der Ueberschreitung des Oxus durch das Heer Alexanders mittelst einer Schwimmbrücke, von dem Uebergange Hannibals über die Rhône und von einer grösseren Zahl durch römische Ingenieure geschlagener Brücken dieser Art.

Darius Brücke über den Bosporus war von dem Baumeister Mandroklus aus Samos erbaut, der für dieses Werk von dem Perserkönig reich beschenkt wurde. Weniger glücklich waren die Erbauer der ersten Brücke des Königs Xerxes. Diese Brücke war nach Herodot bereits fertiggestellt, als ein gewaltiger Sturm sich erhob und alles zusammenschlug und von einanderriss. Xerxes liess denen, welche den Brückenschlag zu beaufsichtigen hatten, die Köpfe abschlagen, die im Alterthum gewöhnliche Strafe für alle, welche sich durch ein missglücktes Unternehmen die Unzufriedenheit eines Herrschers zugezogen hatten. Der Brückenschlag begann alsdann unter der Leitung anderer Baumeister von neuem, und zwar wurden zwei Brücken nebeneinander hergestellt. Die zu diesen Schiffsbrücken benutzten Schiffe, im Ganzen 700, wurden durch Anker im Meere an beiden Enden festgelegt. Zum Durchfahren blieben Lücken zwischen

den Schiffen, damit man mit kleinen Fahrzeugen in und aus dem Pontus gelangen konnte. Ueber die sämmtlichen Schiffe waren kostbare Taue von Flachs und Byssus gespannt, die den doppelten Bohlenbelag trugen. Die Brückenfahrbahnen wurden mit Erde bedeckt, welche festgestampft wurde. An den Seiten erhielten die Fahrbahnen Zäune, damit das Zugvieh und die Pferde nicht scheuten.

Taue aus Byssus werden von Herodot auch bei dem Bau der Brücke über den Strymon erwähnt.

Während die Brückenbauten des Darius und Xerxes sowie die eines Alexander und Hannibal einen bestimmten vernünftigen Zweck hatten, muss der grosse Bau einer Schiffsbrücke über den Golf von Bajä als eine Ausgeburt des Cäsarenwahnsinnes bezeichnet werden. Caligula liess zwischen Puteoli und Bauli eine Schiffsbrücke von ausserordentlicher Länge herstellen, die keinerlei Nutzen hatte und lediglich dazu bestimmt war, es diesem Kaiser zu ermöglichen über das Meer zu reiten. Die Brückenbahn bildete einen Erddamm in der Weise der Appischen Strasse. In bestimmten Entfernungen waren sogar Herbergen errichtet. Caligula war bei seinem Ritt mit der angeblichen Rüstung Alexanders des Grossen angethan; die Rückfahrt legte er in einem Triumphatorenwagen zurück. Er rühmte sich hierbei laut, das Meer besiegt und Grösseres vollbracht zu haben als Darius und Xerxes mit ihrem Brückenschlage über den Bosporus und den Hellespont. Der Ausspruch des angesehenen Wahrsagers Thrasyllus, der prophezeit haben soll, dass der Knabe Gajus ebenso wenig Kaiser würde, wie er es je vermöchte über den Golf von Bajä zu fahren, mag vielleicht die Ursache dieses sinnlosen Werkes gewesen sein.

Von den Römern wurde auf den zahlreichen Kriegszügen eine grosse Anzahl Schiffsbrücken geschlagen, so liessen z. B. Pompejus und Lucullus am oberen Euphrat derartige Brücken herstellen. Ob der Umstand, dass eine dieser im Jahre 53 v. Chr. hergestellten Brücken, noch ehe das Heer dieselbe vollständig passirt hatte, bei einem Sturm zerrissen wurde, darauf schliessen lässt, dass die Römer damals noch keine Erfahrung in der Ausführung derartiger Brücken hatten, lässt Ritter dahingestellt. Später zeigten die römischen Ingenieure vollauf, dass sie unter den verschiedensten Umständen und bei den schwierigsten Verhältnissen im Stande waren, Schiffsbrücken herzustellen. Im Jahre 39 n. Chr. benutzte Caligula eine solche zum Rheinübergange bei Mainz. Das Gleiche wird von Alexander Severus (im Jahre 235 n. Chr.) und von Maximin (235—238 n. Chr.) berichtet. Kaiser Julian setzte im Jahre 363 n. Chr. auf einer Schiffsbrücke über den Euphrat. Solche Beispiele liessen sich leicht noch weiter vermehren.

Die Perser besassen eine besonders grosse Geschicklichkeit in der Herstellung von Schiffsbrücken und führten zu den Zeiten Procops auf ihren Kriegszügen stets eiserne Haken mit sich, die sie zur Verbindung der zugerichteten Balken beim Brückenschlagen benutzten.

Als Baumaterial kam im Alterthum bei den Brückenbauten nur Holz (auch Flechtwerk) und Stein zur Verwendung.

Der Beweis, dass Alexander der Grosse zu einem seiner Brückenbauten Eisen benutzen liess, ist bis jetzt nicht erbracht. Es kann sich hierbei auch lediglich um eiserne Ketten handeln, die bei der Herstellung einer Schiffsbrücke Verwendung gefunden haben sollen. Dio Cassius berichtet nämlich, dass Alexander beim Zeugma den Euphrat überschritten habe, während er in Wirklichkeit bei Thapsakus über diesen Fluss ging. Die irrthümliche Angabe ist später von anderen Schriftstellern wiederholt worden, wobei der Zusatz gemacht wurde, dass Alexander die Ufer des Euphrat durch Eisenketten verbinden liess. Plinius lässt Alexander die Brücke zwar bauen, aber nicht überschreiten, er theilt mit, dass man zu Zeugma die zu jenem Brückenschlag gebrauchten Eisenketten gezeigt habe.

Das Zeugma am oberen Euphrat spielte Jahrhunderte hindurch, namentlich auch zur Römerzeit, eine ganz hervorragende Rolle.

Nur für Indien konnte bisher die Verwendung von Eisen zu Baukonstruktionszwecken wirklich nachgewiesen werden, und zwar hat man in antiken indischen Tempelbauten eiserne Träger gefunden. Die Frage, bis auf welchen Zeitpunkt die Entstehung der auch heute noch, namentlich in Tibet, sich findenden eisernen Kettenbrücken zurückgeht, ist bisher nicht beantwortet.

Als die primitivsten Brückenformen sind wohl jene zu betrachten, die auch jetzt noch im Inneren Asiens sich finden; es sind dies die mit den Ausdrücken Shula und Sangho bezeichneten Hängebrücken, sowie die Brückenbauten, welche im Zusammenhange mit den Pfahlbauten entstanden. Die letzteren dürfen wohl als eine Schöpfung der vorgeschichtlichen Ingenieurtechnik betrachtet werden, wobei allerdings hervorzuheben ist, dass die genaue Scheidung zwischen vorgeschichtlich und frühgeschichtlich nicht strikt durchzuführen ist, indem die Forschung diese Grenze in immer weiter zurückliegende Zeiträume verschiebt.

Von einer Holzbrücke in Verbindung mit einem Pfahldorf (Terremare von Castellazzo di Paroletta) berichtet beispielsweise Pigorini in den Monumenti antiche dei Lincei. In diesem Falle führte die Holzbrücke über einen Graben von 30 m Breite.

Mit dem Worte „Shula“ (auch „Chinka“) bezeichnen die Gebirgsbewohner des Himalaya ein starkes über den Strom gespanntes Seil. In demselben läuft ein Holzblock, der zum Sitzen der Passagiere dient und der über den Strom hin- und hergezogen werden kann. Eine solche Shula befindet sich heute noch bei Rampur über dem Setledsch, wie die Anzahl dieser Brücken überhaupt in den indischen Gebirgsländern eine ziemlich grosse ist. „Sangho“ ist eine aus Holz oder einem anderen passenden Material geflochtene Hängebrücke, über welche man hinwegschreitet. Am Tschirtschik im Thian-Schan-Gebirge wählen die Eingeborenen schmale Stellen des Flusslaufes mit hohen Felswänden und führen an beiden Seiten über das Wasser vorragende Bauten aus Balken und

Faschinen auf. Auf beiden Uferseiten werden Vertiefungen in den Fels gehauen und die Balken nebst Faschinen in der Weise befestigt, dass immer die Enden der einen Balkenreihe über die Enden der unter ihr liegenden Reihe hervorragen. Auf diese Holzkonstruktion wird Thon gebracht und festgestampft. Derartige primitive Brückenkonstruktionen finden sich auch in Mesopotamien. Die Weite zwischen den beiden am weitesten auskragenden Balkenenden wird hier durch Flechtwerk überspannt, das mittelst Steinen auf den Balkenenden festgelegt wird.

Die Erkenntniss, dass durch Vorkragen einzelner Balken die Länge des zur Ueberbrückung der verbleibenden Weite erforderlichen Konstruktionstheiles bedeutend abgekürzt werden kann, scheint frühzeitig und unabhängig an verschiedenen Stellen der Erde gewonnen zu sein. Nach den bisherigen Forschungen ist die Auskragung als der Ausgangspunkt des für den Brückenbau und namentlich für den antiken Brückenbau so überaus wichtigen Gewölbebaues zu betrachten.

So lange man sich darauf beschränkte, den Brückenoberbau aus Holz herzustellen, war bei einer weit genug gehenden Verminderung der Spannweite eine Auskragung überhaupt nicht erforderlich, d. h. die Brücke wurde in der einfachen Form einer Balkenbrücke hergestellt.

Eine solche einfache Balkenbrücke war die erste feste Brücke, über die bestimmte Nachrichten vorliegen. Sie führte über den Euphrat und verband die beiden auf den verschiedenen Ufern liegenden Königsburgen von Babylon mit einander. Die Errichtung dieser Brücke wird Nebukadnezar oder dessen Mutter Nitokris zugeschrieben. Justi nennt als den Erbauer dieses Werks Nabonid, den Urenkel und Nachfolger Nebukadnezars. Nach Ktesias war diese Brücke etwa 1000 Fuss lang, und nach den Ueberlieferungen betrug die Entfernung der Steinpfeiler, auf welchen die Brückenbalken ruhten, etwa 4 m. Der Brückenbelag bestand aus Palmenstämmen in einer Breite von 9 m und ruhte auf rechteckigen Balken aus Cedern- und Cypressenholz. Die Gründung soll in der Weise bewerkstelligt worden sein, dass der Strom während der Erbauung vollständig durch Herstellung eines Umlaufkanals abgeleitet wurde. Die Pfeiler waren aus Bruchsteinen hergestellt und die Steine durch eiserne, eingebleite Klammern mit einander verbunden.

Nach Diodor liefen die Pfeiler flussaufwärts zur leichteren Theilung des Wassers in einen rechten Winkel aus, während dieselben an der stromabwärts gerichteten Seite abgerundet waren.

Der Wunsch, den vergänglichen Brückenoberbau durch Stein zu ersetzen, dürfte den Antrieb zur Weiterentwicklung gegeben und zur Ausführung der steinernen Kragsteinbrücken geführt haben. Man schob von den Pfeilern aus einzelne Kragsteine vor und zwar in der Weise, dass der obere Kragstein über den darunter liegenden vorragte. Die verbleibende Oeffnung schloss man durch einen entsprechend langen Stein. Bei diesen Brücken war nicht nur

die Anzahl der Pfeiler eine sehr grosse, sondern die Stärke dieser Pfeiler auch eine unverhältnissmässig bedeutende, sodass das Durchflussprofil wohl meistens in unzulässiger Weise eingeschränkt worden sein dürfte. Derartige Kragsteinbrücken gab es sowohl in Aegypten, Indien und Griechenland, wie auch von den Etruskern von dieser Bauweise Gebrauch gemacht worden ist.

Der Wunsch oder die Nothwendigkeit einer Vergrösserung der Spannweite konnte bei Anwendung der Methode der Ueberkragung nur innerhalb einer gegebenen, nicht sehr weitgesteckten Grenze Erfüllung finden. Das Streben, diese Grenze immer weiter hinauszuschieben, führte zu der bedeutenden und folgenreichen Erfindung des Gewölbes. Den Anstoss zu dieser Erfindung dürfte jedoch nicht der Brückenbau direkt gegeben haben, vielmehr dürfte sich dieser der in einem anderen Zweige des Bauwesens gemachten Erfindung bemächtigt haben, um dieselbe seinen Bedürfnissen anzupassen.

Die Fragen, ob diese Konstruktionsweise sich in einem Lande und bei einem Volke allmählich entwickelte und ob von diesem aus ihre Uebertragung zu den



Abb. 73.
Gewölbe einer ägyptischen Grabkapelle.



Abb. 74.
Elliptischer Bogen in einer Grabkammer in Meroë.

übrigen Völkern erfolgte, sind früher bejabend beantwortet worden. Die neueren Forschungen lassen es jedoch in hohem Grade wahrscheinlich erscheinen, dass das Gewölbe, wie andere technische Erzeugnisse, so z. B. das Schiff, von verschiedenen Völkern erfunden ist und seine Ausbildung erfahren hat.

Für Aegypten ist das Auftreten von Bogen und Gewölben bereits für die Zeit Usurtesen I. (2200 v. Chr.) nachgewiesen. Eine der äthiopischen Pyramiden besitzt einen Eingang in Spitzbogenform. Die Steine dieses Bogens sind als Gewölbsteine ausgebildet und die Fugen mit Cement und Steinstückchen ausgefüllt. Auch in diesem Lande dürfte dem eigentlichen Gewölbe die Bildung der Decke durch Ueberkragung vorangegangen sein. Eine solche Ueberkragung, die jedoch einer späteren Zeit als der oben genannten angehört, findet sich in den Tempelruinen von Theben, dem Tuthmosis-Tempel von Der el bahri (nach Lepsius aus der Zeit von 1500 v. Chr.). Die Spannweite beträgt hier 3,35 m. Die Decke ist halbkreisförmig und bildet einen sogenannten falschen Bogen. Abb. 73 zeigt ein ägyptisches Grabgewölbe, das aus keilförmigen Hausteinen gebildet ist.

In Meroë hat man ein Hausteingewölbe von 1,88 m Spannweite gefunden, das einen sehr gedrückten elliptischen Bogen zeigt (Abb. 74).

In dem Grabgewölbe zu Abydos besteht die Decke aus einem Gewölbe, dessen Schlussstein aus Kalkstein hergestellt ist. Die Gewölbesteine haben jedoch keine keilförmige Gestalt, und die Fugen sind mit Steinbrocken ausgefüllt. Dieses Bauwerk stammt aus der Zeit des mittleren Reiches.

Neben den Gewölben aus Hausteinen finden sich solche aus Nilziegeln, von welchen die Abb. 75 und 76 ein Beispiel zeigen. Diese Gewölbe gehören einem Baue in der Nähe des Ramses-Tempels zu Theben an. Die Steine besitzen eine genaue parallelepipedische Form, ihre Länge beträgt 38 cm, ihre Breite 18 und ihre Stärke 13 cm.

Als Entstehungszeit dieses und ähnlicher Gewölbe wird das 6. oder 7. Jahrhundert v. Chr. angenommen.

Die Zahl der aufgefundenen Gewölbe in den verschiedensten Formen ist eine verhältnissmässig grosse.

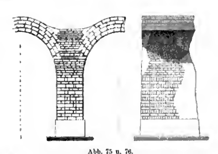


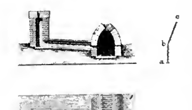
Abb. 75 u. 76.
Gewölbe in den Ruinen bei dem Ramses-Tempel zu Theben.

Von besonderem Interesse ist es, dass auch Fundamentirungen nach der Kreisform, sogenannte umgekehrte Gewölbe bereits im Alterthum zur Ausführung kamen. Perrot ist der Ansicht, dass das Gewölbe in Aegypten etwas Uraltes sei und dass kein Grund vorliege, anzunehmen, dass, wenigstens soweit Aegypten in Betracht kommt, die Ueberkragung eher entstanden sei, als das eigentliche Gewölbe.

Layard fand in den assyrischen Ruinen wiederholt gewölbte Räume und Gänge, so z. B. in dem Hügel bei Nimrud, der von ihm für das Grabmal Sardanapals (900 v. Chr.) gehalten wird. Er fand hier eine 100 Fuss lange, 12 Fuss hohe und 6 Fuss breite Gallerie, deren Gewölbe aus ungebrannten Backsteinen bestand, aus welchem Material auch die Seitenwände hergestellt waren. Zwischen eine Reihe von Steinen war eine Schicht aus Schilfrohr gelegt, eine Anordnung, die sonst nur in den babylonischen Ruinen gefunden worden ist. Als ein weiteres Beispiel ist ein im Mittelpunkt des Hügels von Nimrud aufgefundenes Zimmer anzuführen, welches nach Layard als ein Beweis dafür zu betrachten ist, dass die Assyrer in einer sehr frühen Zeit mit dem

wahren Princip der Wölbung bekannt waren. Unter dem Nordwestpalast von Nimrud legte der genannte Forscher einen gewölbten Abzug bloss. In Khorsabad wurde ein aus aneinander gereihten Ringen bestehendes Kanalgewölbe gefunden. Die Ringe sind aus sieben plattenförmigen Formsteinen mit radialen Fugen zusammengesetzt und geneigt, eine Anordnung, die eine Schalung entbehrlich machte.

Ein in dem Terrassenbau des Südost-Palastes von Nimrud gefundener Kanal ist als Spitzbogen ausgeführt. Dieses Bauwerk ist in Abb. 77 a im Querschnitt und in Abb. 77 b in der Oberansicht dargestellt. Die Spannweite beträgt etwa 1 m. Das Gewölbe ist aus sehr gut gebrannten 30 cm hohen und 10 cm dicken Ziegelsteinen erbaut. Der Schlusssstein der einen Schicht fehlt, in der zweiten Schicht greift dieser Stein etwas in das spitzbogige Gewölbe ein. Die Gewölbschichten stehen nicht lothrecht, sondern weichen um etwa 10° von der Vertikalen ab (Abb. 77 c). Gottgetreu ist der Ansicht, dass diese Anordnung getroffen sei, damit das Gewölbe besser dem Erddruck zu widerstehen vermöge.



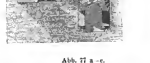


Abb. 77 a–c.
Kanalgewölbe unter dem Terrassenbau des Südost-Palastes von Nimrud.

Die Anwendung des Gewölbes beschränkte sich in Assyrien keineswegs auf die Kanalbauten, vielmehr finden sich mehrfach Thore in der Form von Rundbogen eingewölbt, und es ist wohl zweifellos, dass die Benutzung des Gewölbes bei Tiefbauten der vorhergegangenen Benutzung bei Hochbauten entlehnt worden ist.

Die Holzarmuth Mesopotamiens einerseits, sowie der Mangel an natürlichem Steinmaterial andererseits sind als die Ursachen anzusehen, die in diesem Lande mit aller Energie die Gewölbkonstruktion anstreben liessen. Das gleiche Bestreben machte sich in Persien geltend.

Weder für Aegypten noch für Babylonien und Assyrien ist bis jetzt die Verwendung des Gewölbes für antike Brückenbauten nachgewiesen worden. Es ist sicher, dass zahlreiche Brücken über die unzähligen Kanäle Mesopotamiens sich spannten, und man muss annehmen, dass dieselben, wie die Brücke Nebukadnezars bei Babylon, wahrscheinlich als Balkenbrücken konstruirt waren. In Aegypten ist bei Koptos eine Steinbalkenbrücke gefunden worden.

Aegypten scheint arm an Brücken gewesen zu sein. Maspero spricht von einer Brücke bei Zaru, die daselbst über einen Kanal gespannt war, welcher die Ostseite des Deltas von der Wüste des peträischen Arabiens

trennte. Das Ende dieser Brücke, deren Konstruktion nicht bekannt ist, war auf der asiatischen Seite stark befestigt („Das Bollwerk (chetem) von Zaru"), ebenso war die ägyptische Seite mit Befestigungsanlagen versehen. Der Kanal bildete die Grenzwehr und ging vom Menzaleh aus. Er durchschnitt den schmalen Landrücken zwischen dem genannten und dem Balläh-See. Die über denselben führende Strasse war die einzige Strasse nach Osten. Es ist bekannt, dass diese Anlagen unter Seti I. (1439—1388 v. Chr.) in gutem Zustande waren.

Die Vorstufe des eigentlichen Gewölbbaues, die Ueberkragung, fand. wie die Thesauren oder Schatzhäuser darthun, in Griechenland in frühen Zeiten Anwendung. Das vorhandene günstige Steinhaumaterial dürfte jedoch dazu beigetragen haben, dass hier im Vergleich mit Assyrien und Persien weniger allgemein die Nothwendigkeit zur Ausführung von gewölbartigen Konstruktionen empfunden wurde. Bei gegebenen Verhältnissen machten aber auch die Griechen von der Gewölbkonstruktion Anwendung, ja denselben wurde lange Zeit diese Erfindung zugeschrieben, und zwar galt der Philosoph Demokritos von Abdera (470 v. Chr.) als der Urheber dieser bedeutungsvollen Konstruktionsweise.

Nach den Angaben von Diodor und Strabo hielt sich Demokrit fünf Jahre lang in Aegypten auf. Vielfach glaubte man daher früher annehmen zu können, dass er die Kenntniss dieser Bauweise aus Aegypten nach Griechenland übertragen habe. Auch diese Annahme kann nicht mehr aufrecht erhalten werden, da nachgewiesen ist, dass von den Griechen bereits viel früher Gewölbe hergestellt worden sind. So ruht z. B. in Samos eine Mauer in der Nähe des Meeres auf einem durch ein fortlaufendes Tonnengewölbe gebildeten Unterbau. Die Unterkonstruktion hatte ausserdem den Zweck, der höheren Erdfläche, auf welcher die Stadt lag, als Strebewand zu dienen und ein Abrutschen des Bodens zu verhüten. Ebenso finden sich im Innern der Stadt zahlreiche Reste gewölbter Bauten, sodass nach Ross dieser Ort als ein Beweis dafür angesehen werden kann, dass die Griechen den Bogen weit früher angewandt haben, als man gewöhnlich annimmt. Den Grund für die häufige Anwendung des Gewölbes durch die Samier erblickt Ross in dem dort gefundenen Steinmaterial. Das Gestein besteht aus einem Kalkstein, der nur kleine Platten von geringer Dicke giebt, etwa in der Grösse von Ziegelsteinen, und daher lag hier die Nothwendigkeit vor, zu dem Gewölbbau überzugeben.

Im eigentlichen Griechenland sind als Beispiele der Wölbung in früher Zeit der sogenannte geheime Eingang der Rennbahn in Olympia und ein Thor in Oeniadae zu nennen.

Der Eingang zur Rennbahn war bestimmt, die Kampfrichter, Wettkämpfer und Herolde in feierlichem Zuge und vor jedem Gedränge geschützt in den Laufplatz eintreten zu lassen.

Dieser Bau stammt aus der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts und gehört somit zu den ältesten nachweisbaren griechischen Schnittstein-Gewölbebauten.

Ursprünglich bestand der Zngang in einem offenen, mit Seitenmauern eingefassten Einschnitt, der erst in macedonischer Zeit, als der von ihm durchschnittene Wall erhöht werden musste, mittelst eines Gewölbes überdeckt wurde; in byzantinischer Zeit stürzte letzterer infolge von Erdbeben ein.

Mit ziemlicher Sicherheit kann angenommen werden, dass das Gewölbe aus 14 Steinen bestand, sodass in dem Scheitel eine Fuge vorhanden war.

In der Längsrichtung sind die Steine durch U-förmige Eisenklammern in Bleiverguss mit einander verbunden gewesen. Die Stossfugen waren gegeneinander versetzt angeordnet.

Die Länge des überwölbten Durchganges ist 32,10 m, die Breite 3,70 m.

Der Bogen des Thores der Stadtbefestigung von Oeniadae in Akarnanien besteht aus einem schräg durch die Mauer geführten Tonnengewölbe, die Durchgangshöhe ist 16—18 Fuss nnd die Tiefe 8 Fuss, die Spannweite beträgt 10 Fuss. Ueber dem durch keilförmig behanene Steine gebildeten Bogen ruht zunächst eine breite Steinlage, und in der darauf folgenden Schicht befindet sich eine Oeffnung von 3 Fuss Höhe und 2½ Fuss Breite, deren Zweck bisher nicht mit Sicherheit zu bestimmen war. Vielleicht diente dieselbe zur Vertheidigung des Thores.

Wenn nach dem Angeführten den Griechen ebenso wie den Babyloniern und Assyrern das Verdienst zukommt, den Gewölbebau bereits frühzeitig bei Werken der Ingenieurtechnik benutzt zu haben, so dürften doch unter diesen Schöpfungen keine Brücken gewesen sein, deren Alter ein höheres ist als dasjenige der durch die Etrusker erbauten gewölbten Brücken.

Nach den bisherigen Ergebnissen der Forschung müssen die Etrusker als dasjenige Volk betrachtet werden, dem die Schaffung der ältesten gewölbten Brücke zuzuschreiben ist, wobei nicht ausgeschlossen ist, dass einst der Nachweis geliefert werden kann, dass von anderen Völkern, wie beispielsweise Assyrern, Babyloniern oder Aegyptern der denselben bekannte Gewölbebau auch bei Brückenbanten zur Anwendung gelangte.

Auch bei dem etruskischen Volke lässt sich die allmähliche Entstehung des Gewölbebaues verfolgen, auch hier finden sich das schichtweise Vorkragen der Steine, die Formen von Spitz- und Rundbogen, Gewölbe aus Keilsteinen, deren Fugen nicht nach einem Punkte gerichtet sind, und schliesslich die Herstellung eines Bogens aus genau geschnittenen Keilsteinen mit nach dem Centrum gerichteten Fugen.

Die erste Entwicklung zeigt sich an den Resten etruskischer Grabkammern. Die Spannweite des Gewölbes nahm allmählich zu, als dasselbe bei den Thor-, Kanal- und Brückenbauten Verwendung fand, und zwar bis zu einer Spannweite von 8 m. Die Gewölbe besitzen ausnahmslos die Form des Halbkreises. Als Material ist Tuff- oder Travertinstein verwandt, wobei die sorgfältig bearbeiteten Steine ohne Mörtel versetzt sind.

Durm führt die folgenden Bauwerke an:

Gewölbe	des Pythagoras-Grabes	= 2,05 m
„	der Brücke beim Bulicame	= 2,10 „
„	der Tomba del Granduca	= 3,10 „
„	des Thorbogens in Volaterrae	= 4,00 „
„	des Marta-Kanales	= 4,20 „
„	der Porta di Augusto in Perusia	= 4,30 „
„	der Brücke in Blera	= 7,40 „
(„	der Cloaca maxima	= 3,00—3,90 „)

Die Gewölbe von Brücken wurden ohne Verwendung von Mörtel hergestellt, die Wölbsteine erhielten vom Kämpfer bis zum Scheitel eine gleichmässige Stärke. In der Längsrichtung, d. h. senkrecht zum Gewölbbogen, ordneten die Etrusker die Steine in Verband an. Die etruskischen Brückenbauten zeichnen

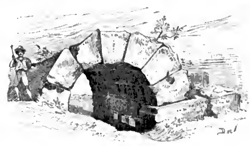


Abb. 78.
Brücke beim Bulicame von Viterbo.

sich in dieser letzteren Beziehung vor einzelnen der bedeutenderen römischen Brückenbauwerke vortheilhaft aus, bei welchen, wie z. B. bei dem Pont du Gard, die Gewölbe aus mehreren, stumpf an einander stossenden Ringen bestehen. Auf die Ursachen der letzteren Anordnung wird weiterhin näher einzugehen sein.

Abb. 78 veranschaulicht die Brücke beim Bulicame von Viterbo. Die Spannweite dieser Brücke beträgt 2,10 m, die Länge des Gewölbes 13 m, die Wölbsteine besitzen eine Länge von 1 m.

Hinsichtlich der in Abb. 79 wiedergegebenen Brücke bei Blera, mit einer Spannweite von 7,4 m und einer Gewölbelänge von 4,9 m, weist Durm besonders auf die rationelle Ausnutzung der örtlichen Verhältnisse, namentlich auf die Benutzung des auf der einen Seite vorhandenen Felsenufers als Widerlager hin.

Ausser bei Brückenbauten wandten die Etrusker den Gewölbbau auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, vorzugsweise bei Kanalanlagen zu Entwässerungszwecken an, wobei, wie bei dem Martakanal (siehe Abb. 167), Spannweiten bis zu 4,2 m erreicht wurden.

Der Brückenbau musste erklärlicherweise bei demjenigen Volke, bei welchem Brücken infolge des sehr ausgedehnten Strassennetzes zu den häufig zu errichtenden Objekten gehörten, eine weitgehende Ausbildung und Vervollkommnung erhalten, und es ist zweifellos, dass die Römer im Alterthum den Brückenbau, namentlich durch die ausserordentliche Entwicklung der Wölbkunst, ganz ausserordentlich gefördert haben. Sie übernahmen hierbei, wie auf manchen anderen Gebieten, das von den Etruskern Errungene; das Verdienst der Römer ist es jedoch, das Ueberkommene weiter ausgebildet zu haben und zwar bis zu einer hohen Stufe der Vollendung. Wie Baumeister richtig bemerkt, erhielt der Brückenbau erst mit der Anwendung des Gewölbes den



Abb. 79.
Brücke bei Blera (Bieda).

Charakter des Kunstbaues. Die römische Bogenform ist im allgemeinen der Halbkreis, nur in vereinzelten Fällen zeigt das Gewölbe die Form des Segmentes. Der kühne Unternehmungsgeist der Römer schreckte nicht davor zurück, Brücken bis zu einer Spannweite von 36 m zur Ausführung zu bringen.

2. Brückenbauten der Chinesen und Inder.

Die aus dem Mittelalter stammenden grossen Brückenbauten der Chinesen haben mit Recht das Erstaunen und die Bewunderung der europäischen Reisenden und Missionare hervorgerufen. Es muss angenommen werden, dass die Entwicklung der chinesischen Brückenbaukunst bis weit in das Alterthum zurückreicht. Unsere Kenntnisse nach dieser Richtung hin sind bis jetzt jedoch

äusserst geringe; zu wünschen ist, dass die Zukunft eine Bereicherung derselben bringt und die Forschung namentlich auch das erste Erscheinen der chinesischen Hängebrücken zu ergründen sucht.

Unsere Kenntnisse von den Leistungen der Inder auf dem Gebiete des Brückenbaues sind, soweit das Alterthum nach unserer Zeitrechnung in Betracht kommt, bisher ebenfalls sehr unzureichend. Ihren Höhepunkt erreichte die indische Brückenbaukunst im Mittelalter.

Wenn auch Brückenbauten, deren Entstehung im Alterthum mit Sicherheit nachweisbar ist, bisher nicht bekannt geworden sind, so dürfte es doch gerechtfertigt sein, mit einigen Worten auf die indischen Brückenbauten an dieser Stelle einzugehen, da einzelne derselben für die Geschichte des Brückenbaues von allgemeinem Interesse sind, insofern sie zeigen, wie die Entwicklung sich an verschiedenen Orten und unter verschiedenen Verhältnissen dennoch in gleicher Weise vollzogen hat und dass die Vorstufe des Brückengewölbes wohl überall die Ueberkragung gewesen ist.

In dem Tanjore-Distrikt liegen in dem unteren Laufe des Cavary eine grössere Anzahl Inseln. Das Material der Hauptinsel ist Gneiss, der, in Tafeln gebrochen, das Material zu einem Brückenbau an dieser Stelle geliefert hat. Die Insel war dem Siwa geheiligt. Eine breite Strasse durchschneidet die Trümmer der hier einst vorhandenen Felsenstadt. Auf diese Strasse führte die Brücke zu, die den Nordarm des Cavary in einer Länge von 300 Schritt überspannte. Die Pfeiler der jetzt zerstörten Brücke bestanden aus Gneisstafeln von 10 Fuss Höhe. Ueber diese Pfeiler waren steinerne Balken gelegt.

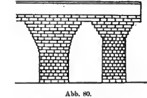


Abb. 80.
Indische Brücken-Konstruktion.

In dem Distrikt, in welchem das berühmte und berüchtigte Hauptidol Jaggernaut liegt, hat man zahlreiche Reste alter Brückenbauten aufgefunden. Die Ueberbrückungen sind ohne Kenntniss des Gewölbebogens durch überkragende Steinquader in der Art des Thesaurus zu Orchomenos bewerkstelligt. Die Pfeiler, auf welchen die Brückenkonstruktion ruht, bestehen gleichfalls aus Stein. Abb. 80 stellt eine der neunzehn Oeffnungen der in der Nähe von Jaganath belegenen grossen Brücke dar.

Auf Ceylon sind in der Nähe von Anaradhapura die Reste einer steinernen Brücke vorhanden. Dieses Bauwerk wird von den Eingeborenen „Teufelsbrücke“ genannt, da sie es für ein Werk der Dämonen halten. Die Teufelsbrücke ist aus natürlichem Steinmaterial erbaut, und hat, was besonders zu betonen ist, nachträglich mit Hilfe des Meissels ihre Bogenform erhalten.

Robert Knox (1697) berichtet, dass er an drei oder vier Stellen auf Ceylon die Ruinen von Brücken gefunden habe. Eine sehr bemerkenswerthe Brücke findet sich auf dem Wege von Kandy nach Trincomali. Dieselbe ist unter

Benutzung von Schlinggewächsen erbaut. Derartige Gewächse erreichen auf Ceylon die enorme Länge von etwa 180 m und verlieren von ihrer Wurzel bis



Abb. 81.
Brücke bei Metaxadi.

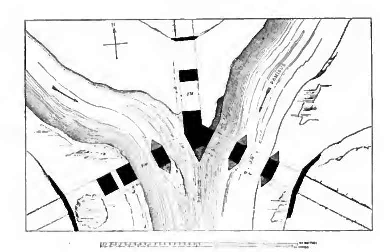


Abb. 82.
Lageplan der Brücke über den Pamisos.

zu ihrem Ende nur wenig an Stärke. Von diesen Seilen ist eine Anzahl für die eigentliche Brückenbahn verwendet. Seitwärts befinden sich zwei derartige Seile zum Schutz, die mit dem unteren Brückentheil durch dünne Bambusstäbe verbunden sind.

3. Brückenbauten der Griechen.

Die Ueberreste antiker **griechischer Brückenbauten** lassen erkennen, dass die Ueberbrückung vielfach durch Ueberkragung hergestellt war. Diese Ueberkragung wurde bereits frühzeitig unter Benutzung von Steinmaterial bewirkt. Ueberreste derartiger ganz aus Stein hergestellter Balkenbrücken finden sich bei Mykenae und bei Philus in Griechenland. **Ulrich** erwähnt die Reste einer antiken Brücke in dem Kopaisseebecken, die über den Kephissos gebaut war. Er spricht davon, dass man unter den Trümmern noch die Steine erkennen könne, die einst den grossen Bogen gewölbt haben. Immerhin ist es nicht ausgeschlossen, dass diese Brücke gleich den Dammwegen, die sie mit einander verband, aus der Zeit der Minyer stammt, und dass, wie bei den Brücken über



Abb. 83.
Brücke über den Pamisos.

den Pamisos und zwischen Pylos und Mothone oder Methone der obere Brückentheil in späterer Zeit statt der Kragsteine oder Balken Bogen erhielt. Abb. 81 zeigt das Bild dieser letzteren Brücke, welche sich in der Nähe von Metaxadi befindet. Der Unterbau ist antik. Die Kragsteinkonstruktion wurde im Laufe der Zeit durch ein Gewölbe ersetzt, das auf der Abbildung wiedergegeben ist. Die Brücke auf der Route von Messene nach Andania über den Pamisos zeigen die Abb. 82, 83 und 84. Diese Brücke weist eine eigenartige Anordnung auf, indem sie an einem Punkt angelegt wurde, an welchem sich ein kleiner Fluss in den Pamisos ergiesst (Abb. 82), und besteht dieses Werk aus drei Armen. Der linke Arm führt auf den Weg nach Messene, der rechte auf denjenigen nach Megalopolis, während der dritte Arm nach Andania hinweist. An beiden Brücken zeigen die Pfeiler im Grundriss bereits eine Zuspitzung, um den Wasserabfluss weniger zu hemmen. Die jetzige Gestalt (Abb. 83) erhielt

das Bauwerk im Mittelalter oder noch später. Abb. 84 giebt Einzelheiten der Brücke wieder. Die kleinere Oeffnung zeigt eine Ueberdeckung mittelst gerader Steine. Die unteren Steine der Hauptöffnung lassen gleichsam eine Bogenform erkennen, die durch Ueberkragung gebildet ist. Die Form des Steines A ist demselben jedenfalls erst bei Herstellung des aus kleinen Steinen erbauten Gewölbes gegeben worden; vielleicht, dass auch damals andere Steine nachgearbeitet wurden.

Zwei der griechischen Brücken sind in Verbindung mit den bedeutenden Dammbauten zwischen der Insel Euböa und dem Festlande entstanden. Die

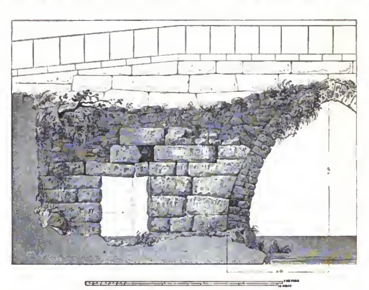


Abb. 84.
Einzelheiten der Brücke über den Pamisos.

Niederlage der Athener auf Sicilien im Jahre 415 v. Chr. bewog viele ihrer Bundesgenossen und manche der unterworfenen Städte, sich von der Herrschaft Athens loszusagen. Unter diesen Städten befand sich Euböa. Der Umstand, dass die Macht der Athener bald wieder stieg, veranlasste die Euböer, mit Hilfe der Böoter den zwischen Chalcis und Aulis befindlichen Meereskanal an beiden Seiten durch feste Dämme zu sperren. Beide Dämme, deren Herstellung eine äusserst schwierige war, erhielten in der Mitte eine Durchfahrtsöffnung für Schiffe. Die Verbindung mit der Insel wurde durch je 200 Fuss lange hölzerne Brücken hergestellt, die mit Festungsmauern, Thürmen und Pforten versehen wurden.

Auf griechischen Einfluss sind in Kleinasien verschiedene Brückenbauten zurückzuführen. So glaubt Texier die bedeutenden Brückenreste bei Aizani,

dem Hauptorte Phrygiens, der Zeit zuschreiben zu können, in welcher die Könige von Pergamum sich dieser Provinz bemächtigt hatten und bemüht waren, ihre Herrschaft durch die Schaffung grosser, für die Allgemeinheit bestimmter Werke zu befestigen. Ueber dem Rhyndacus, auf dessen beiden Seiten vermuthlich Aizani belegen war, kamen zwei Brücken aus weissem Marmor zur Erbauung. Die Brücken besitzen die gleiche Konstruktion; sie bestehen aus je fünf Bogen von ungleicher Spannweite. Die Weite des mittleren Bogens beträgt 6,50 m, die Brückenbreite ist 4,10 m. Der Fluss war innerhalb der Stadt mit Quaimauern eingefasst, zu deren Herstellung ebenfalls weisser Marmor Verwendung gefunden hat. Diese Mauern zeigen zahlreiche Skulpturen, die Gegenstände des Ackerbaues und der Jagd darstellen.

Auch in Pergamum dürften unter den Ueberresten antiker Brücken einzelne Theile vorhanden sein, deren Entstehung griechischen Baumeistern zu danken ist. Der überwiegende Theil dieser Brückenanlagen ist jedoch eine Schöpfung der Römer.

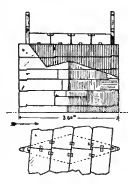


Abb. 85 u. 86.
Grundriss und Ansicht eines Pfeilers der Brücke über den Satnioeis.

Ein weiteres Zeugniss griechischer Brückenbaukunst ist bei Assos an der nordwestlichen Küste Kleinasiens vorhanden. Von Assos aus führte eine antike Strasse nördlich durch das Thal des Satnioeis in die trojanische Ebene. Die Strasse überschritt den Flusslauf auf einer steinernen Brücke. In dem südlichen Theile des Flussbettes hat man eine lange Reihe von Pfeilern gefunden. Die Entfernung der Pfeiler von einander beträgt je 3 m, ihre Form (Abb. 86) ist die zweier gleichschenkeliger, mit der schmalen Basis zusammenstossender Dreiecke. Die Pfeilerlänge beträgt 3,6 m. Die Quadern besitzen einen hakenförmigen Fugenschnitt (Abb. 85), durch welchen die Lösung eines einzelnen Stückes unmöglich gemacht war. Die Ueberdeckung war durch je vier neben einander gelegte und durch Klammern unter einander verbundene Steinbalken erfolgt. Zu beiden Seiten des eigentlichen Strombettes liegen in einem Abstande von 13 m noch zwei stärkere Pfeiler, die wahrscheinlich durch eine Holzkonstruktion verbunden waren. Die Richtung der Brücke ist nicht normal zur Stromaxe, jedoch laufen mit dieser die Pfeiler parallel.

4. Brückenbauten der Römer.

Die älteste römische Brücke war eine hölzerne zu Rom, der pons Sublicius, ein Bau der im Jahre 625 v. Chr. unter Ancus Martius (640—617 v. Chr.) entstanden war. Die Brückenbahn ruhte bei diesem Bauwerk auf hölzernen

Pfählen. Anf dieser Pfahlbrücke spielte sich der Kampf des Helden Horatins Cocles in dem Kriege mit Porsenna um das Jahr 500 v. Chr. ab. Horatius hielt den Feind so lange auf, bis hinter ibm die Brücke abgebrochen war. Unter diesem Abbruch ist nicht eine vollständige Beseitigung des ganzen Banwerkes, sondern lediglich eine Entfernung des Brückenbelages, der lose auf der Brücke lag, zu denken. Man war früher der Meinnng, dass die Anordnung eines losen Brückenbelages gewählt worden sei, um die Brücken in Zeiten des Krieges nnd von Sencben leicht unpassirbar machen zn können. Ein derartiger loser Brückenbelag bat sich z. B. in Deutschland Jahrhunderte lang erhalten; man pflegte bier bei gegebenen Veranlassungen die Brücken abznwerfen.

Als Grund des losen Brückenbelages der genannten römiscben Brücke führt jedoch der römische Forscher Lanciani und mit ihm Jordan in seiner „Topographie von Rom" den folgenden an:

Die Verwendung von Eisen war dnrcb alte Ritualgesetze verboten. Dieses Verbot erklärt sich daraus, dass bei Erlass jener Gesetze das Eisen noch nicht bekannt war und für alle religiösen Handlungen die Benutzung kupferner Instrumente und Gegenstände vorgeschrieben war. Die älteste römische Brücke hatte ohne Zweifel Knltuszwecken ihre Entstehung zu danken. Nach der allgemeinen Anschauung bestand überhaupt ein sehr enger Zusammenhang zwischen dem römischen Brückenbauwesen und dem Priesterthum, und war dieses dem obersten Priester, dem Pontifex maximns, unterstellt.

Die Frage des Zusammenhanges der Pontifices mit dem Brückenbau ist zwar bereits ausserordentlich vielfach bebandelt, trotzdem ist eine vollständige Klarbeit über diesen Pnnkt bis jetzt nicht gewonnen worden. Es ist nngewiss, welche Stellung die Pontifices unter den Königen eingenommen haben; mit Beginn der Republik ging die oberste Leitung der Sakralverwaltung von dem Könige auf den Pontifex maximus über. Die Ableitung des Wortes „Pontifices" ist in der verschiedensten Weise versucht worden, im allgemeinen hahen diese Bemühungen dazu geführt, einen Zusammenhang zwiscben den Pontifices und dem Brückenbau zu konstruiren. Nenerdings ist die Ansicht ansgesprochen, dass zwar an der vielfach als zutreffend angenommenen Ableitnng von pontem facere festzuhalten sei, dass jedoch unter pons die Pfahlkonstruktionen zu verstehen wären, auf welchen die ältesten Niederlassungen der Italiker angelegt waren, sodass die Pontifices die Leiter bei der Anlage der ältesten Niederlassungen gewesen wären.

Man nimmt an, dass das Kollegium der Pontifices von Anfang an einen eigenen Vorsteher in dem Pontifex maximus gehabt hat und dass zur Zeit der Könige diese als Vorsteher fungirten.

Von Augustns an übernahmen die Kaiser diese Würde, welche sie bis zum Jahre 382 n. Chr. beibehielten. Gratian entsagte ihr in dem genannten Jahre. Auf die Bekleidung dieser obersten geistlichen Würde durch die Kaiser

ist es zurückzuführen, dass dieselben in den zahlreichen, auf den Bauwerken vorhandenen Inschriften als Pontifex maximus aufgeführt werden.

Im Jahre 32 v. Chr. wurde der bis dahin stets in hohen Ehren gehaltene pons Sublicius so baufällig, dass er einer Erneuerung bedurfte. Er wurde in Marmor neu aufgeführt. Kaum ein Jahrhundert später wurde dieses Bauwerk von den Fluthen des Tiber derart beschädigt, dass Kaiser Tiberius es erneuern lassen musste. Unter dem Imperator Otho (69 n. Chr.) erlitt dieser Brückenbau durch eine Anschwellung des Tiber abermals derartige Beschädigungen, dass er endlich unter Antoninus Pius (138—161 n. Chr.) wiederum neu hergestellt werden musste. Im Jahre 791 stürzte die Brücke nochmals ein und wurde nicht mehr erneuert.

Die erste steinerne Brücke wurde in Rom im Jahre 179 v. Chr. von den Censoren M. Flaccus Nobilior und M. Aemilius Lepidus in Angriff genommen. Die Brücke, die sich unterhalb des pons Sublicius befand und als Aemiliusbrücke bezeichnet wird, bestand anfänglich aus steinernen Pfeilern mit hölzernem Oberbau. Die steinernen Bogen kamen erst 37 Jahre später zur Ausführung (im Jahre 142 v. Chr.). Diese Brücke führt jetzt den Namen Ponte di S. Maria oder Ponte rotto.

Nach Urlichs wurde die erste steinerne Brücke (der pons Aemilius) in Rom im Jahre 116 v. Chr. erbaut. Der gegenwärtig vorhandene Bau weist kaum noch antike Theile auf.

In dem Zeitalter der Erbauung der Aemiliusbrücke wurde die Tiberinsel des Aeskulapius durch zwei Brücken mit den beiden Stadttheilen, zwischen welchen sie liegt, verbunden. Auf dieser Insel befand sich seit dem Jahre 292 v. Chr. ein Aeskulap-Heiligthum. Dasselbe entstand, als das infolge einer Pest nach Epidaurus gesandte Schiff statt des Gottesbildes die heilige Schlange mitbrachte und diese beim Vorüberfahren auf die Insel hinüberschwamm. Der Insel wurde später mit Bezug auf die Sendung nach Epidaurus durch Aufmauerung die Gestalt eines Schiffes gegeben. Sie war sehr lange nur durch eine Holzbrücke mit dem linken Tiberufer verbunden gewesen. Die von dem linken Ufer nach der Insel führende steinerne Brücke wurde von Fabricius, als derselbe Curator viarum, d. h. Vorsteher des Wegebaues war, erbaut und pons Fabricius genannt, während die zweite Brücke nach ihrem Erbauer den Namen pons Cestius erhielt.

Der pons Fabricius (Abb. 87), der nach Urlichs im Jahre 62 v. Chr. erbaut wurde, besteht aus zwei Bogen, und besitzt der Mittelpfeiler ein starkes Fundament. Die dem Strom zugekehrte Pfeilerseite ist zugespitzt. Oberhalb seiner Basis ist das Mauerwerk durch einen schmalen dritten Bogen durchbrochen, ebenso sind über den Landpfeilern kleine Bogen angeordnet, die mit Erde ausgefüllt sind. Die Einzelheiten dieser Brücke sind somit in konstruktiver Hinsicht besonders bemerkenswerth. Die Spannweite der Bogen beträgt 83 Fuss = circa 25 m.



Abb. 87. Die fabricische und die cestische Brücke mit der Tiberinsel.

An der fabricischen Brücke ist eine aus dem Jahre 21 v. Chr. stammende Inschrift erhalten geblieben, welche über eine Untersuchung hinsichtlich der Haltbarkeit des Bauwerkes berichtet.

Der pons Cestius ist in den achtziger Jahren dieses Jahrhunderts aus Anlass der Tiberregulirung abgebrochen und durch eine neue Brücke ersetzt worden. Bei dem Bau der letzteren, die aus drei Bogen besteht, wurde der mittlere aus dem Material der antiken Brücke hergestellt. Bei dem Abbruche hat sich gezeigt, dass die antiken Ingenieure die einzelnen Quadern durch ein

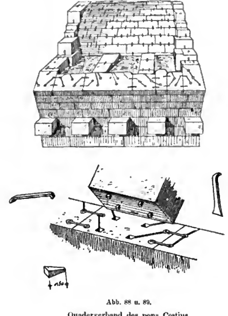


Abb. 88 u. 89.
Quaderverband des pons Cestius.

komplicirtes System bleivergossener Eisenklammern mit einander verbunden hatten (Abb. 88—89). Der Grund für diese Anordnung ist einerseits wohl darin zu suchen, dass die Erbauer hierdurch die Wölbung sichern wollten, andererseits sollten wohl auch die Gerüste für den Brückenbogen auf diese Weise entlastet werden. Der Erfolg dieser Massregel war jedoch kein günstiger, da die vielen Löcher die Zerstörung durch atmosphärische Einflüsse sehr begünstigten, auch hierdurch die Stabilität der Gewölbe beeinträchtigt worden ist. Nach Urlichs wurde der pons Cestius von den Kaisern Valentinian, Valens und Gratian im Jahre 370 n. Chr. neu dedicirt und pons Gratiani genannt.

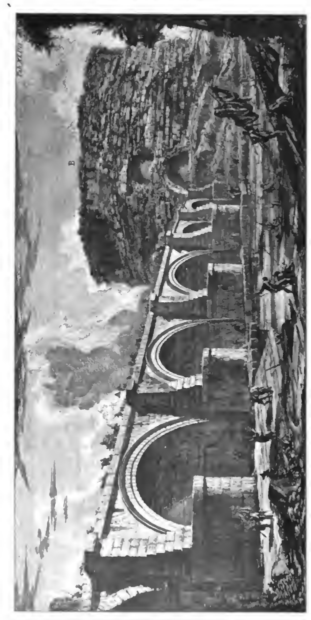


Abb. 90. Pons Aelius mit dem Grabdenkmal Hadrians.

Den vierten Tiberübergang Roms bildete der pons Aurelius oberhalb der Tiberinsel. Flussaufwärts von demselben sind in neuerer Zeit bei den Tiberregulirungsarbeiten die Fundamente von vier Brückenpfeilern gefunden worden, die auf den pons Agrippae bezogen werden. Die Brückenpfeiler bestehen in ihren Fundamenten aus Gusswerk (Lava mit Kalkmörtel). Diese Brücke wird für älter wie der pons Aurelius gehalten. Der mittlere Bogen scheint eine Spannweite von 23 m, die beiden seitlichen Bogen eine solche von 9 resp. 11 m besessen zu haben.

Nero schreibt man die Erbauung einer Brücke (des pons Neronianus) zu, die aus Anlass seiner vatikanischen Feste geschaffen sein dürfte. Ueber diese Brücke führte nach Urlichs die via Aurelia.

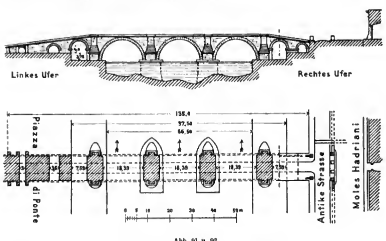


Abb. 91 u. 92.
Ansicht und Grundriss der Engelsbrücke

Unter Hadrians Regierung (117—138 n. Chr.) wurde im Jahre 136 der pons Aelius erbaut, ein Bauwerk, das zu den hervorragendsten römischen Brückenbauten zu rechnen ist und als dessen Baumeister Messius Rusticus gilt. Die Brücke führt auf das Grabdenkmal Hadrians (die heutige Engelsburg) zu. Abb. 90 zeigt dieses imposante Bauwerk nach einem Stiche Piranesis. Nach Erbauung der Brücke Hadrians soll die neroanische Brücke nicht weiter unterhalten worden sein.

Ueber die einstige Gestaltung dieser viel genannten Brücke haben die Arbeiten der Tiberregulirung neue, von den bisherigen Annahmen vollständig abweichende Thatsachen ergeben. Sowohl Piranesi wie Canina haben drei grössere Bogen im Flussbett und je zwei kleinere anschliessende Bogen unter den Zufahrtsrampen angenommen. In Wirklichkeit ist jedoch (s. Abb. 91 und 92)

die Rampe auf der Marsfeldseite länger als die anf dem rechten Tiberufer, und enthält drei Bogen. Dieser letztere Bogen hat einen Radius von 1,5 m. Die Breite der Brückenbahn ist 10,95 m, biervon entfallen 4,75 m auf den Fahrdamm und je 3,10 m auf die Fusssteige, deren Belag aus Travertinplatten bestand. Die Rampenneigung beträgt 15 Grad.

Unter Kaiser Probus Regierung (276—282 n. Chr.) wurde durch den pons Probi ein Ersatz für den durch eine Ueberschwemmung weggerafften pons Aemilius geschaffen.

Die Geschichte der Brücken der Stadt Rom weist trotz aller bisherigen Forschungen immer noch unklare und unsichere Punkte auf und ist nicht von Widersprüchen frei.

So imposant einzelne der Brücken Roms sind, so stehen dieselben doch gegen andere Werke der römischen Brückenbaukunst zurück.

Die Zahl der von den römischen Ingenieuren geschaffenen Brücken ist eine ganz ausserordentlich grosse. Ueberreste römischer Brücken finden sich fast in allen Theilen der Erde, nach welchen die Römer ihre Schritte lenkten. In erster Linie ist dies dem Umstande zuzuschreiben, dass dieses Volk seine Bauten, in Uebereinstimmung mit dem auch in anderen Zweigen der Baukunst beobachteten Grundsatz, in der besten damals bekannten Art und Weise schuf, d. h. sie in Stein errichtete.

Wenn die Römer in richtiger Erkenntniss auch mit Vorliebe steinerne Brücken herstellten, so trugen sie doch andererseits den Verhältnissen vollständig Rechnung und verschmähten es nicht, bei passenden Gelegenheiten auch Holzbrücken zu errichten. Von den Brücken dieser Art erfreut sich namentlich die eine der von Cäsar erbauten Rheinbrücken eines besonderen Rufes. Sie ist durch die von Cäsar gegebene, in der verschiedensten Weise ausgelegten Beschreibung ausserordentlich bekannt geworden. Diese hölzerne Brücke war für den Uebergang der Römer über den Rhein hergestellt worden. Der Bau erfolgte im Jahre 59 v. Chr. aus Anlass der Verfolgung der Usipeter und Tencterer.

Die Beschreibung Cäsars lautet folgendermassen: „Er nahm je zwei anderthalbfüssige Zimmerstücke, unten etwas zugespitzt, und in einer der Tiefe des Flusses entsprechenden Länge. Diese Hölzer trieb er nebeneinander durch Maschinen in den Grund des Flusses, sodass ein Raum von zwei Fuss zwischen denselben blieb, und rammte sie dann durch Rammböcke fest, sodass sie nicht senkrecht, sondern schräge und geneigt nach dem natürlichen Lauf des Flusses standen. Denselben gegenüber — im Grunde in einer Entfernung von 40 Fuss — rammte er auf gleiche Weise je zwei andere Zimmerstücke ein, welche gegen den Lauf und den Druck des Wassers gerichtet standen. Diese so durch Rammung festgestellten Zimmerstücke verband er am obersten Theile an jeder Seite mit zwei Bändern oder Querhölzern und schob dann zwei Fuss starke Querbalken dazwischen ein. Diese so eingeschlossenen und durch die entgegen-

gesetzte Richtung der Querbänder befestigten Balken gaben durch die Natur der Sache dem ganzen Werk einen solchen Verband und Stärke, dass, je mehr die Gewalt des Wassers wirkte, desto fester alles angezogen und verbunden ward. Ueber diese so errichteten Pfeilerböcke wurden die Zimmerstücke nach der Länge der Brücke übergelegt und verbunden. Ueber diese kamen dann die Querverbindungen und Faschinen zu liegen.

Ungeachtet dieser festen Verbindung wurden noch an der untern Seite des Flusses schräg stehende Zimmerstücke in den Grund des Flusses getrieben, die als Strehen mit dem Ganzen verbunden gegen die Gewalt des Wassers wirkten; auf gleiche Weise wurden auch oberhalb der Brücke in geringem Abstande andere Zimmerstücke festgerammt. Dies geschah deswegen, dass, wenn etwa von den Barbaren dem Laufe des Wassers Baumstämme oder Schiffe in der Absicht überlassen würden, die Brücke zu zerstören, durch diese Schutz-

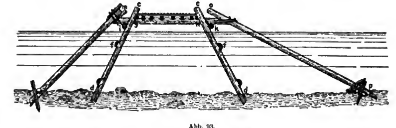


Abb. 93.
Querschnitt der Rheinbrücke Cäsars.

wehren die Gewalt derselben vermindert würde, und die Brücke dadurch keinen Schaden erleiden möchte. Nach 10 Tagen, in welchen man das Bauholz zusammenbrachte und den Bau vollendete, ward das Kriegsheer darauf übergesetzt."

Abb. 93 stellt einen Bock dieser Brückenkonstruktion nach v. Cohausen dar. Nach dem genannten Forscher war die Brücke weder eine Pfahlbrücke noch eine Jochbrücke, sondern eine Bockbrücke, deren Böcke aus zwei Paar, je paarweise parallel mit einander verbundenen Beinen *c—d* und einem Holm *g—h* bestanden. Diese Böcke wurden durch einige Schläge in den Flusssand eingetrieben; *m—n* zeigt die Verstrebung zum Schutz der Brücke gegen stromabwärts treibende Zerstörungsmittel, *o—p* die auf der entgegengesetzten Brückenseite vorhanden gewesene. Auf den Hölzern *i* und *k* ruhte der Holm, *ff, dd* sind Querverbindungen der Bockbeine.

Ob die Annahmen v. Cohausens in allen Punkten zutreffend sind oder nicht, muss an dieser Stelle dahingestellt bleiben. Es liegt in der Natur der Sache, dass eine absolut sichere Beantwortung derartiger Fragen nicht möglich ist.



Abb. 94. Brücke Salario über den Teverone.

Ueber die Entwicklung des Baues hölzerner Brücken im Alterthum liegen, was bei der Vergänglichkeit des Materials nicht sehr in Erstaunen setzen kann, nur spärliche Nachrichten vor. Als hervorragendstes Objekt dieser Art wird von manchen Seiten die Donaubrücke Trajans betrachtet, doch ist die Frage, ob dieses bedeutende Werk römischer Ingenieurtechnik thatsächlich in Holz hergestellt war, keineswegs absolut geklärt. Die gesammte Geschichte der römischen Brückenbaukunst ist voll von widersprechenden Angaben. Selbst über das Jahr der Erbauung der ersten steinernen Brücke Roms stimmen, wie die auf Seite 281 gegebenen Zahlen haben erkennen lassen, die Nachrichten nicht überein.

Bei einer allgemeinen Betrachtung der römischen Brückenbaukunst können in Rücksicht auf die grosse Anzahl der von den Römern geschaffenen Brücken nur einzelne Objekte näher vorgeführt werden.

Die Römer übernahmen, wie oben ausgeführt wurde, die technischen Errungenschaften der Etrusker, die ihren Schülern auch Beispiele steinerner Brückenhanten gaben.

Für die ersten Römerbrücken muss der direkte Einfluss, wenn nicht sogar die Betheiligung der Etrusker angenommen werden. Als ältester römischer steinerner Brückenbau wird im allgemeinen der pons Salarius über den Teverone betrachtet, welches Werk im Jahre 600 v. Chr. unter Tarquinius Priscus (616 bis 579 v. Chr.) entstanden sein soll. Ueber die Beschaffenheit der ursprünglichen Brücke liegen keine bestimmten Nachrichten vor. Im Jahre 546 n. Chr. wurde sie durch Totilas zerstört.

Narses liess um das Jahr 569 n. Chr. eine neue Brücke erbauen, die Abb. 94 veranschaulicht. Diese Brücke zeigt drei Bogen, von denen der mittlere eine Spannweite von 65 Fuss erhielt. Der gewaltige Thurm, der die Brücke schmückt, wird ebenfalls Narses zugeschrieben.

Die bereits im Jahre 208 v. Chr. erwähnte milvische Brücke, auf welcher später die via Flaminia den Tiber überschritt, dürfte ursprünglich eine Holzbrücke gewesen sein.

Die gleichfalls über den Teverone führende Brücke Lucano gilt in ihrer ursprünglichen, ebenfalls unbekannten Form, wie die Salario-Brücke für eine der ältesten römischen Brücken. Dieses Bauwerk führte später die via Tiburtina über den Teverone. Es befindet sich in der Nähe des Grabmals des M. Plautius Silvanus. Die Erbauung der Brücke in der auf dem Stiche Piranesis wiedergegebenen Form (Abb. 95) geschah auf Veranlassung des Tiberius Plautius. Diese Brücke besteht aus vier Bogen. Drei derselben besitzen einen vollen Halbkreis, während der vierte Bogen eine mehr dem Spitzbogen sich nähernde Form aufweist. Derselbe ist in späterer Zeit entstanden.

Da die zweitälteste, im Jahre 271 v. Chr. erbaute Wasserleitung Roms, die anio vetus, bereits ein bedeutendes Brückenbauwerk besitzt, auf welchem die Leitung das Thal St. Giovanni überschritt, so kann angenommen werden,





Abb. 95. Brücke Lucano über den Teverone.

dass zu jener Zeit die Römer auch steinerne Wegebrücken errichteten, doch dürften sich deren Spannweiten in bescheidenen Grenzen gehalten haben.

So ist auch noch die Spannweite des jetzt Ponte della nona genannten und noch in Benutzung befindlichen Viadukts am neunten Meilenstein der via Praenestina nur gering. Dieser Bau entstand wahrscheinlich im Zusammenhange mit den von Cajus Grachus während seines Tribunats (124—121 v. Chr.) geschaffenen Wegebauten. Der Viadukt hat sieben halbkreisförmige Bogen, und beträgt die gesammte Länge des aus Quadern errichteten Bauwerkes 285 Fuss.

Zur selben Zeit entstand in Rom die steinerne Aemiliusbrücke.

Unbedingt zuverlässige Angaben über das Mass der ausgeführten Spannweiten liegen erst für die fabricische Brücke vor, da dieses Werk fast unversehrt erhalten geblieben ist. Die Spannweite dieser Brücke erreicht das bedeutende Mass von 25 m, und die gesammte Anordnung zeigt die Römer bereits als sehr erfahrene und gute Konstrukteure.

Mit der zunehmenden Ausbreitung der Römerstrassen in der Kaiserzeit erlangten die römischen Brückenbauingenieure eine immer grössere Meisterschaft, die unter Trajan ihren Höhepunkt erreichte.

Von den unter dem ersten Kaiser entstandenen Brücken seien genannt der pons Molvins in der flaminischen Strasse, die Brücke zu Narni, deren Reste noch jetzt unter dem Namen der Brücke des Augustus erhalten sind, die Brücke über die Marecchia zu Rimini (jetzt Ponte di S. Guiliamo). Die Brücke über die Nera bei Narni auf dem Wege von Loretto nach Rom diente zur Verbindung zweier Berge. Die Weite von ca. 190 m ist durch vier Bogen von 22—34 m Spannweite überbrückt. Die Steine sind durch eiserne, mit Blei vergossene Klammern mit einander verbunden. Die Brücke zu Rimini, Abb. 96, besitzt fünf Bogen. Die drei mittleren haben eine Spannweite von je 8,77, die beiden äusseren eine solche von 7,14 m. Die Stärke der Strompfeiler beträgt etwa die Hälfte der genannten Mafse. Diese aus Marmor erhaute Brücke wurde erst unter Tiberius vollendet.

Bereits unter dem ersten Kaiser entstand einer jener Aquädukte, durch deren Erbauung hinfort die Römer glänzten.

Der Pont du Gard (aller Wahrscheinlichkeit nach gegen das Jahr 18 v. Chr. erbaut) gilt für eins der hervorragendsten römischen Ingenieurbauwerke. Die Einzelheiten dieses Werkes, welches in einem Bogen eine Spannweite von 24 m erreicht, werden in dem Kapitel „Wasserversorgung“ zu beschreiben sein. Man nimmt an, dass der Pont du Gard erbaut wurde, als Agrippa Statthalter von Gallien war und in Nimes residirte. Der eigentliche Erbauer ist bis jetzt unbekannt geblieben. Ursprünglich diente dieses Bauwerk lediglich für die Ueberführung einer Wasserleitung, in späterer Zeit, und zwar im Jahre 1743, wurde eine Fahrbrücke daneben erbaut.

In konstruktiver Beziehung ist dieser Bau dadurch bemerkenswerth, dass er bereits eine Eigenthümlichkeit zahlreicher späterer römischer Brücken zeigt.

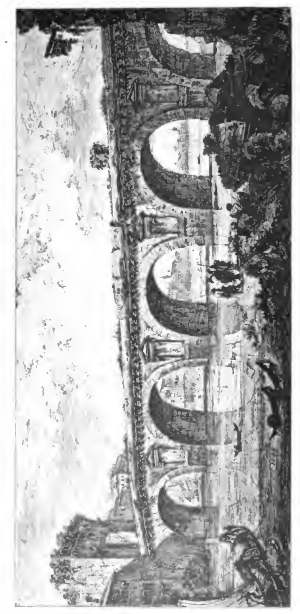


Abb. 90. Brücke bei Rimini.

Wie der Querschnitt Abb. 97 erkennen lässt, bestehen die Gewölbe aus stumpf an einander stossenden Ringen, die aus durchgehenden Quadern gebildet sind. Die unteren Gewölbe besitzen vier, die mittleren Bogen drei und die obere Reihe zwei Ringe.

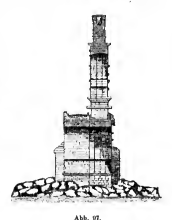


Abb. 97.
Querschnitt des Pont du Gard.

Aus Abb. 98 ist zu ersehen, dass aus den Gewölben einer grösseren Zahl Bogen einzelne Gewölbsteine vorspringen. Der Zweck dieser Steine war es, als Auflager der Lehrgerüste zu dienen. Die Ausführung des Gewölbes in einzelnen Ringen ermöglichte eine bedeutende Holzersparniss, indem immer nur ein Theil eines Bogens eingerüstet zu werden brauchte. War ein Ring vollendet, so wurde der Bogentheil ausgeschalt und der zweite Ring auf dem vorgeschobenen Lehrgerüst eingewölbt, eine Bauweise, die **Durm** als einen Rückschritt im Vergleich zu der etruskischen Quaderwölbung, bei welcher ausnahmslos die Steine verbandsmässig geschichtet wurden, bezeichnet. Andererseits muss jedoch zugegeben werden, dass durch diese Ausführungsweise mancherlei Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt wurden.

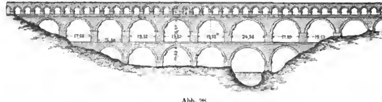


Abb. 98.
Pont du Gard.

Die Wölbkunst erreichte unter der Regierung Augustus' eine so hohe Ausbildung, dass zu dieser Zeit bereits das ausserordentlich bemerkenswerthe Kuppelgewölbe des Pantheon mit einer Spannweite von 40 m durch den Baumeister Valerius von Ostia (26 v. Chr.) zur Ausführung kam.

Bei diesen Gewölbbauten für Hochbauten wurde nach zwei verschiedenen Systemen verfahren. Man benutzte entweder eine Steinschale oder führte Zellenbogen aus.

Bei der Konstruktion der Tonnengewölbe mittelst Steinschale wurde ein leichtes, bewegliches Bretter- oder Lattengerüst aufgestellt und auf diesem Ge-

rüst eine Art von Pflasterung aufgebracht. Vielfach wurden hierbei Platten benutzt, welche in Mörtel (Gyps oder Puzzolanmörtel) verlegt wurden.

Bei grossen Spannweiten wurde eine zweite Schalenlage ausgeführt. Auf die Gewölbschale wurde sodann der Beton als Packung aufgebracht.

Die Herstellung von Zellenbogen wurde meistens dann vorgezogen, wenn es sich um sehr grosse Spannweiten handelte; hierbei wurden einzelne Gewölbrippen ausgeführt.

Aus den Zeiten des Tiberius (14—37 n. Chr.) stammt ein Theil der Brücke von Saintes über die Charente in Frankreich, welches Bauwerk mit einem Triumphbogen des Germanicus geziert wurde.

Die Regierungszeit des Kaisers Trajan (98—117 n. Chr.) war eine Glanzperiode der römischen Ingenieurtechnik; die Brückenbaukunst erhob sich zu grosser Vollendung und legte in einer grösseren Zahl noch heute bewunderungswerther Werke Zeugniss ihrer Leistungsfähigkeit ab. Diese Anerkennung vermag auch der Umstand, dass die moderne Ingenieurtechnik noch grossartigere und besser konstruirte Steinbrücken geschaffen hat, nicht zu beeinträchtigen und wäre es unberechtigt, bei einer Abschätzung der antiken Brückenbauwerke ausschliesslich die Errungenschaften unserer Zeit als Massstab zu Grunde zu legen.

Unter den vielen zu Trajans Zeiten in den verschiedensten Theilen des römischen Weltreichs entstandenen Brücken nehmen die über die Donau, den Tajo und den Tormes den ersten Rang ein.

Die Herstellung einer guten, gesicherten Verbindung zwischen den beiden Donauufern, auf deren rechtem sich die berühmte Militärstrasse befand, war bei dem Streben Trajans, die Herrschaft der Römer auch über das dacische Reich auszudehnen, von grosser Bedeutung. Bei Viminacium, einige Stunden oberhalb Orsovas und bei Taliata (dem heutigen Columbina) wurden Schiffsbrücken geschlagen. Eine dritte Armee überschritt den Fluss auf einer unterhalb Bonana (in der Nähe des heutigen Widdin) geschlagenen dritten Schiffsbrücke.

Der glückliche Ausgang des Krieges gegen den dacischen Herrscher Decibalus und der Plan Trajans zur Unterwerfung des gesammten Landes von der Donau bis zu den Karpathen, von der Theiss bis zum Schwarzen Meer und dem Dniester, liess die wohl schon lange projektirte feste Verbindung zwischen den Donauufern zur That werden.

Eine ganze römische Armee war an diesem bedeutenden Bau thätig. Bei Eröffnung des zweiten dacischen Krieges zog das Heer über die Brücke, die in der ausserordentlich kurzen Zeit von nur einem Jahre (nach dem Friedensschluss des ersten dacischen Krieges, etwa Anfang 103 v. Chr.) vollendet wurde. Um den Bau zu beschleunigen, hatte sich Trajan selbst nach Obermösien begeben.

Ueber die Stelle, an welcher diese Brücke erbaut wurde, ist viel gestritten worden. Nach den neueren Forschungen ist es zweifellos, dass die Brücke unterhalb der Stromschnellen und Strömungen bei Orsova in der Nähe von Turn-Severin lag.

Sie wurde nach den Plänen des grössten Baumeisters jener Zeit, Apollodorus von Damaskus, des Schöpfers des Forum Ulpium und der Trajanssäule, errichtet. Der Kaiser benutzte bei fast allen seinen grossen Werken die Kenntnisse dieses hervorragenden Künstlers. In der von Apollodor verfassten Schrift handelte ein Kapitel über den Brückenbau im allgemeinen, jedoch ist die Anlage steinerner Brücken nicht behandelt. Die von diesem Baumeister aller Wahrscheinlichkeit nach über die Donaubrücke verfasste Schrift ist verloren gegangen; Procop berichtet, dass in derselben die Konstruktion des mächtigen Bauwerks vollständig dargelegt war. Dio Cassius hat vielleicht zu seinen Angaben über die Konstruktions- und Dimensionsverhältnisse der Brücke diese Schrift benutzt.

Er schreibt:

„Es sind 20 Pfeiler aus Quadersteinen, die Höhe derselben beträgt, ungerechnet die Fundamente, 150 Fuss (?), die Breite über 60 Fuss. Die Pfeiler

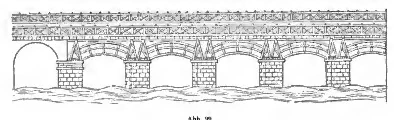


Abb. 99.
Trajans Donaubrücke.

selbst stehen 170 Fuss von einander ab und sind durch Bogen mit einander verbunden. Sie sind in dem wirbelvollen Wasser und auf dem lehmigen Boden aufgeführt worden, denn man konnte den Fluss nirgend wohin ableiten.“

Ein byzantinischer Schriftsteller Tzetzes, fügte die Notiz hinzu, dass bei der Fundirung Kasten oder Kammern im Flusse angelegt seien, deren Länge 120 Fuss und deren Breite 80 Fuss gemessen habe.

Innerhalb eines dieser Brückenpfeiler hat man einen von Beton umgebenen Eichenstamm gefunden. Als Spannweite der einzelnen Oeffnungen kann eine solche von 35—38 m angenommen werden. Die Ansichten über die Frage, in welcher Weise diese Spannweite überbrückt war, gehen auch heute noch auseinander. Nach der Ansicht der Einen war die Trägerkonstruktion der Brücke aus Holz, nach der Meinung der Anderen aus Stein. Die Abbildung der Brücke auf der Trajanssäule in Rom, Abb. 99, zeigt aus Holzgerippe gebildete Bogen, die jedoch mit Stein oder Beton ausgefüllt gewesen sein können.

Die grosse Spannweite machte auf alle Fälle die Ueberbrückung sowohl durch Holz- wie durch Steinkonstruktion zu einer sehr schwierigen Arbeit, da schon die Herstellung der hierfür erforderlichen Gerüste in dem Strome ausser-

ordentliche Mühe verursacht haben muss. Abb. 100 giebt auf Grund einer bei niedrigem Wasserstande vorgenommenen Messung einen Grundriss der Ueberreste der Brücke wieder. Die rasche Erbauung der Brücke war nur dadurch möglich, dass viele Tausende von Menschen zu gleicher Zeit an dem Werke thätig waren. Den einzelnen Heeresabtheilungen wurden bestimmte Theile zur Vollendung zugewiesen, eine Arbeitstheilung, die Trajan in verschiedenen Fällen durchführte. Auf den Basreliefs der Trajanssäule geben einzelne Abbildungen die Beschäftigung der Soldaten mit Steinbrechen, Graben, Ziegelbrennen, Holzfällen, Mauern u. s. w. wieder. Die Ueberreste des Mauerwerks zeigen die Stempel der beim Bau thätig gewesenen Cohorten.

Aschbach, der eine eingehende Abhandlung über diese Brücke veröffentlicht hat, ist der Ansicht, dass die Brücke in Stein hergestellt war. Er führt zur Unterstützung seiner Meinung an, dass zur gleichen Zeit Brücken von fast derselben Spannweite (Alcantara) in Stein ausgeführt seien, sowie den Umstand, dass eine beständige und sichere Verbindung mit

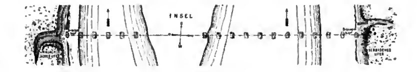


Abb. 100.
Grundriss der Ueberreste der Donaubrücke Trajans.

den Ländern auf dem linken Donauufer durch eine Holzbrücke, die jeden Tag durch Feuer hätte zerstört werden können, nicht erreicht worden wäre; auf eine gesicherte Verbindung habe Trajan jedoch den grössten Werth legen müssen.

Nach Kanitz betrug die gesammte Länge der Ueberbrückung 1127 m. Die Widerlager hatten eine Länge von 20,86—22,76 m und eine Breite von 13,29—19 m. Die Spannweite war bis zu 38 m und die Höhe der Brücke mindestens 20 m.

Die im allgemeinen von den Römern angewandte Halbkreisform führte naturgemäss zu einer hochliegenden Fahrbahn, und Kanitz nimmt nach den Fundamentresten von vier Landpfeilern an, dass auch die Fahrbahn der Donaubrücke sehr hoch gelegen habe. Nach der Abbildung auf der Trajanssäule muss angenommen werden, dass, falls überhaupt steinerne Bogen ausgeführt worden sind, diese die Form von Segmenten hatten. Bei der grossen Spannweite müsste jedoch auch in diesem Falle die Fahrbahn noch eine verhältnissmässig sehr hohe Lage besessen haben.

Die nach der Abbildung angewandte Bogenform muss als der ernsteste Einwand gegen die Ausführung der Brücke in Stein betrachtet werden, da es im Hinblick auf die nicht allzu häufige Anwendung dieser Gewölbeform wenig



Abb 101. Ansicht der Brücke von Alcantara.

wahrscheinlich sein dürfte, dass die Römer in dem vorliegenden Falle, bei dem es sich um eine ganz ungewöhnlich grosse Spannweite handelte, hiervon Gebrauch gemacht haben sollten.

Die Konstruktion der Brücke glaubt man unter Zugrundelegung der auf der Trajanssäule enthaltenen Abbildung als aus je drei, durch Zangen miteinander verbundenen und aus gekrümmten Balken hergestellten Bogen bestehend, annehmen zu können. Einzelne Oeffnungen dürften jedenfalls aus Stein bestanden haben. Anscheinend stützten sich die Bogen gegen hölzerne Widerlagskonstruktionen, die zwar einen Dreiecksverband zeigen, bei welchen jedoch die eingebaute Strebe eine vollständig unrichtige Anordnung aufweist, da sie nur bei umgekehrter Richtung den Balken, gegen welchen sich der Bogen stemmt, hätte entlasten können.

Kaiser Hadrian hat später den oberen Theil der Brücke abtragen lassen, angeblich aus Furcht vor den nordischen Barbarenvölkern, um dieselben daran

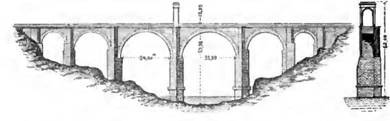


Abb. 102 u. 103.
Geometrische Ansicht und Querschnitt der Brücke bei Alcantara.

zu hindern, die Brücke zu bequemen Einbrüchen in das Römerreich zu benutzen. Aschbach weist darauf hin, dass, wenn der obere Theil wirklich aus Holz gewesen sei, Hadrian diese Fürsorge nicht nöthig gehabt hätte, da man in Zeiten der Gefahr den Uebergang schnell durch Feuer hätte zerstören können, wobingegen allerdings bei steinernen Bögen eine schleunige Zerstörung unmöglich war, da die Alten rasch wirkende Mittel nicht kannten. Als Beweggrund Hadrians zur Zerstörung der Brücke wird von anderer Seite der Neid dieses Kaisers über die Schöpfungen Trajans angeführt. Dieser Neid soll ihn dazu geführt haben, verschiedene Bauwerke Trajans zu vernichten. Der Erbauer der Donau-Brücke errichtete auch unter Hadrians Regierung verschiedene grosse Bauten. Durch seine Freimüthigkeit fiel er jedoch bei dem Kaiser in Ungnade, und dieser Freimuth, der ihn einen Hadrianischen Bauriss tadeln liess, trug ihm zunächst eine Verbannung aus Rom ein und führte später seine Hinrichtung herbei.

Neben der zerstörten Brücke, an deren Brückenkopf die Stadt Ageta oder Egeta (nach Kanitz Drobetae) entstanden war, vermittelte in der Folgezeit

eine Schiffsbrücke den Verkehr, bis Konstantin der Grosse die alten Pfeiler zum Bau einer neuen Brücke benutzte, die jedoch wahrscheinlich nach den siegreichen Feldzügen dieses Kaisers gegen die Gothen und Sarmaten wieder beseitigt wurde.

Die Brücke über den Tajo bei Alcantara, Abb. 101, ein ebenso imposantes Werk wie die Donaubrücke, wurde von dem Baumeister Cajus Julius Lacer in den Jahren 98—106 n. Chr. erbaut. Die Mittelpfeiler der Brücke haben eine Stärke von etwa 9 m. Die Spannweite der über dem Strom befindlichen zwei Bogen beträgt 34 und 36 m (Abb. 102 u. 103), die Höhe der Fahrbahn etwa 54 m über dem Sommerwasserstand. Die Gewölbstärke misst 5 Fuss. Die grosse Höhe der Brücke über dem gewöhnlichen Flusswasserstande ist auf die aussergewöhnliche Anschwellung des Tajo zurückzuführen. Die Brücke ist ganz aus Granit ohne Mörtel erbaut und gilt mit Recht für eins der hervorragendsten Bauwerke der Römer. Auf ihrer Mitte steht ein noch erhaltener Triumphbogen (Abb. 104), der, wie die ganze Brücke, in allen Flächen gequadert und bossirt ist. An den Pfeilern befanden sich einst vier Tafeln, eine derselben nannte die Namen der Völkerschaften, die zu dem Brückenbau beigetragen haben. Die Hauptinschrift giebt als Erbauungsjahr das Jahr 106 n. Chr. an. In dem in der Nähe befindlichen Tempel, in dem die Gebeine des Erbauers beigesetzt wurden, befand sich eine Inschrift, die Cajus Lacer als Architekten angab. Einer der kleineren Bogen wurde 1231 zerstört und 1543 unter Karl V. wieder hergestellt. Im Jahre 1809 sprengten die Engländer den zweiten Bogen auf dem Nordufer und 1836 sprengten die Karlisten die Brücke abermals, die 1860 erneuert wurde. Der Wortlaut der verschiedenen Inschriften war der folgende:

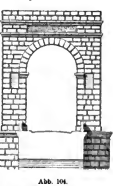


Abb. 104.
Triumphbogen auf der Brücke von Alcantara.

1. Imp. Caesari. Divi. Nervae F. Nervae Traiano. Aug. Germ. Dacicio. Pontif. Max. Trib. Potest. VIII. Imp. V. Cos. V. P. P.

2. Mnnicipia
Provinciae
Lusitaniae. Stipe
Conlata. Quae. Opus
Pontis. Perfecerunt
Ingaeditani
Lancienses. Oppidani
Talori
Interamnienses
Colarni
Lancienses. Transcudani
Meidubrigenses
Arabricenses
Baniensee
Pesures.

3. Caius. Julius. Lacer. Hang. Aram. Erexit Ut. Diis. Sacra. Faceret.

Abb. 105. Brücke von Salamanca.

Von den übrigen Brückenbauten Trajans sind zu erwähnen in Italien: Brücken über den Metaurus, Aufidus und mehrere Brücken in den pontinischen Sümpfen, in Hispanien: ausser zu Alcantara die Brücke zu Aquae Flaviae über den Tamago, und über den Tormes bei Salamanca.

Die Brücke von Salamanca, Abb. 105 (dem antiken Salmantica) führt in 26 Bogen über den Tormes. Der Zeitpunkt der ersten Erbauung ist



Abb. 106 u. 107.
Ansicht und Grundriss der Brücke von Albaregas.

unbekannt, Trajan liess 98 n. Chr. das Bauwerk erneuern. Von dieser antiken Brücke sind auf der Stadtseite noch gegenwärtig 15 Pfeiler vorhanden, deren Spannweite circa 9 m beträgt.

Die Römerbrücke von Merida (Augusta Emerita) über den Guadiana ist ebenfalls unter Trajan erbaut. Sie hat eine Länge von 780 m, eine Höhe von 10 und eine Breite von 6,5 m. De Laborde giebt die Anzahl der Bogen zu 60 an. Die Weite derselben ist eine ungleiche. Die Geschichte berichtet von einer zweimaligen Restaurirung. Die erste Wiederherstellung fand unter dem Gothenkönig Ervige im 8. Jahrhundert, die zweite unter Philipp III. statt. Laborde hält die Brücke für eines der am besten erhaltenen antiken Bauwerke Spaniens.

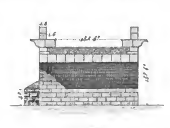


Abb. 108.
Querschnitt der Brücke von Albaregas.

Von den sonstigen spanischen Römerbrücken verdienen noch die folgenden erwähnt zu werden:

Die Brücke von Albaregas bei Merida überführte die Strasse von Merida nach Salamanca. Das Bauwerk besteht, wie Abb. 106 zeigt, aus vier grossen und zwei kleinen Bogen. Seine Länge beträgt 143, die Breite 8 m. Die Brücke ist in einem ausserordentlich guten Zustand und besitzt noch das von den Römern gelegte Pflaster. (Abb. 107 und 108.)

Eine sehr schöne Brücke befand sich bei Alconeta. Die Mehrzahl der Brückenbogen ist im Laufe der Zeit eingefallen.

Die Brücke Alcantera zu Toledo ist zwar ebenfalls von den Römern angelegt, doch stammt die jetzige Form aus weit späterer Zeit.

Die Brücke über den Lobregat bei Martorell in Catalonien in der Nähe der Küste zwischen Barcelona und Kens, der Puente del Diablo, galt lange für ein Werk der Karthager, ja selbst des Hannibal. Diese Brücke bestand wahr-



Abb. 109.
Brücke von Martorell.

scheinlich ursprünglich aus drei kleinen Bogen, von denen zwei bei einem der Umbauten durch den jetzt vorhandenen spitzbogig zulaufenden Hauptbogen ersetzt wurden. Von der in Abb. 109 abgebildeten Brücke sind nur die Fundamente sicher als römisch nachgewiesen. Auf dem linken Ufer steht ein römischer Triumphbogen aus der Zeit des Titus oder des Trajan. Man glaubt, dass früher auch auf dem anderen Brückenende ein ähnlicher Triumphbogen errichtet war.

In Italien entstand u. a. unter der Regierung Trajans die Brücke bei Terni über die Nera, die als ein hervorragendes Bauwerk gilt. Die Länge betrug



Abb. 110. Ansicht der Mouslonkbrücke und der Ueberwölbung des Selinus bei Pergamum.

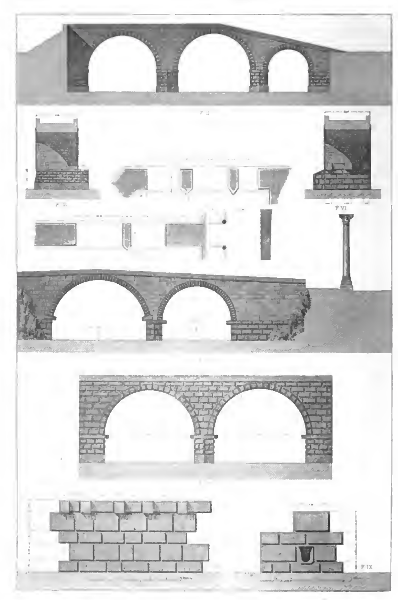


Abb. 111. Brücken und Quaimauer bei Pergamum.

2432 Fuss. Von den 17 Bogen hatte jeder eine Spannweite von 123 Fuss. Die Höhe des Pfeiler bis zum Kämpfer wird zu 100 Fuss angegeben.

Der Nachfolger Trajans, Hadrian (117—138 n. Chr.), gab gleich seinem Vorgänger die Anregung zur Schaffung einer grossen Anzahl dem allgemeinen Besten dienender Werke und zwar sowohl auf dem Gebiete der Architektur als der Ingenieurtechnik.

Der bedeutendste unter diesem Kaiser entstandene Brückenbau, die jetzige Engelsbrücke zu Rom, hat bereits auf Seite 285 Erwähnung gefunden.

Unter Antoninus Pius (138—161) wurde die vier Meilen von Rom entfernte Brücke über den Teverone im Jahre 147 erbaut. Diese Brücke wurde 229 n. Chr. durch die Mutter des Kaisers Alexander Severus (Mammea) restaurirt und nach derselben benannt. Die Brücke hat drei volle Halbkreisbogen. Die Spannweite des mittleren Bogens beträgt 19,5, diejenige der Seitenbogen 16,2 m. Ueber den Strompfeilern ist das Mauerwerk von kreisförmigen Oeffnungen durchbrochen.

Ausserordentlich gross ist die Anzahl der Römerbrücken in Asien.

Wie in so mancher anderen Hinsicht bietet Pergamum auch auf dem Gebiet des Wölbbaues und speciell des Brückenbaues interessante Beispiele. Die Abbildungen einzelner dieser Brückenbauwerke sind diesem Werke beigefügt.

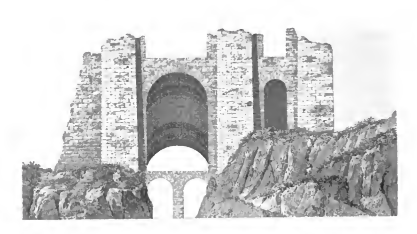
Abb. 110 zeigt die Mouslonkbrücke mit der dahinter liegenden Ueberwölbung des Selinus.

Die erstere Brücke besteht aus zwei ungleich weiten Bogen. Die Spannweiten betragen 9,10 resp. 12,6 m. An ihrem Südende war die Brückenbahn durch zwei Marmorsäulen geschmückt. Dieser Bau ist wie derjenige von zwei anderen Brücken ein römisches Werk, der Unterbau der neben den Tunnelgewölben befindlichen Brücke dürfte griechischen Ursprungs sein.

Die Ueberwölbung des Selinus durch ein zweifaches Tonnengewölbe von 196 m Länge wird allgemein für eines der interessantesten antiken Bauwerke erachtet. Dasselbe war bestimmt, inmitten der Stadt den Flusslauf verschwinden und so eine Fläche entstehen zu lassen, auf welcher sich eine grosse öffentliche Bauanlage ungehemmt ausbreiten konnte. Texier hielt diesen Bau für eine Schöpfung der Attaliden, was jedoch nicht zutrifft.

Die Spannweiten der beiden Bogen betragen 12,1 resp. 12,42 m. In der Mitte sind die beiden Gewölbe auf ein gemeinschaftliches Zungenmauerwerk gelagert. Die Wölbung ist aus Bruchsteinmauerwerk hergestellt, und sind in Abständen von 7 m steinerne Bogen aus behauenen Quadern eingezogen, die wie die Widerlagsmauern aus Trachit bestehen.

Auf Abb. 111 stellen *F I* u. *F II* eine unterhalb des Tunnels befindliche Brücke dar. *F III* ist ein Schnitt durch den einen Scheitelpunkt. Der Unterbau der Gewölbe stammt aus der Zeit der Könige, der übrige Theil ist byzantinischen Ursprungs.



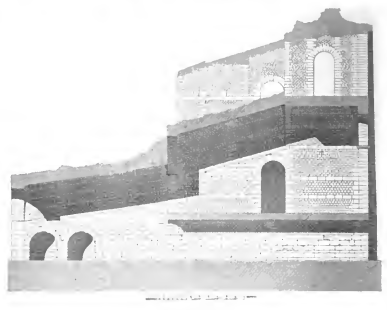


Abb. 112 u. 113.
Gewölbkonstruktionen des Amphitheaters zu Pergamum.

F IV, *V* u. *VI* geben die Brücke Mouslonk wieder. Der linke Bogen ist eines der wenigen Beispiele, dass die römischen Ingenieure nicht stets einen Halbkreisbogen ausführten.

F VII veranschaulicht das Portal der Selinusüberwölbung.

F VIII ist eine Ansicht des Widerlagermauerwerks. Aus demselben stehen in Kämpferhöhe Gewölbsteine vor. Texier erklärte, deren Zweck nicht errathen zu können. Zweifellos haben dieselben, wie solches bereits früher bei dem Pont du Gard erwähnt wurde, für die Auflagerung der Rüstung bei der Erbauung gedient.

F IX zeigt die Quaimauer an einer Stelle, an welcher ein Strassenkanal mündet.

Zur Veranschaulichung der in Pergamum geschaffenen, interessanten Gewölbkonstruktionen möge ferner das in konstruktiver Hinsicht seitens des Ingenieurs Beachtung verdienende, schräg ansteigende Gewölbe des Amphitheaters Wiedergabe finden (Abb. 112 u 113).

Das Theater wurde von einem Bachlauf durchflossen, über welchem sich das dargestellte Gewölbe befindet. Durch eine Aufstauung des Baches konnte die Arena unter Wasser gesetzt werden.

Eine weitere sehr bemerkenswerthe Leistung auf dem Gebiete des Wölbens und des Steinschnitts ist das in der Nähe des Theaters vorhandene Burgthor. Dasselbe besteht aus einem schiefliegenden und ansteigenden Tonnengewölbe, welches aus Schnittsteinquadern hergestellt und nach Adler in technischer Beziehung als ein Meisterwerk zu bezeichnen ist. Es bekundet, bis zu welcher Höhe die Kenntniss des Steinschnitts im Alterthum sich entwickelt haben muss, da eine so schwierige Aufgabe in einer Provinzialhauptstadt mit vollständiger Sicherheit gelöst worden ist. Dieses Bogenthor diente einer schräg geführten Feststrasse als Durchgang und stammt wohl aus der reifsten römischen Epoche. Adler schreibt das Thor der Wirksamkeit des Prokonsuls Quadratus zu.

Zu den bedeutendsten Brückenbauten Syriens gehört die bei Kiakhta zuerst von Moltke entdeckte Brücke, die wohl in dem Strassenzuge Samosata-Melitene lag.

Diese in Abb. 114 wiedergegebene Brücke führt in der Nähe von Kiakhta über den Bölam-su, kurz vor dessen Einmündung in den Kiakhta-su. Für die Brücke ist die schmale Stelle des Bölam-su vor seinem Austritt in das breite sandige Thal gewählt. Die Ueberbrückung erfolgte mittelst eines halbkreisförmigen Tonnengewölbes. Dasselbe ruht auf dem Felsgrund und besitzt eine Spannweite von 34,2 m und eine Breite von 7,56 m. Die lichte Höhe beträgt 17,10 m. Die Quadern weisen eine Stärke von 1,87 m auf. Wie bei einer Anzahl anderer römischer Brücken sind auch bei der vorliegenden einige Steine der Wölbung vorgekragt, jedenfalls um das Lehrgerüst zu tragen. Auf beiden Seiten der Brücke befinden sich Dämme zur Ueberführung der Strasse: in dem südlichen Damm ist ein Durchlass eingebaut. An der fluss-

abwärts liegenden Seite sind zwei Terrassen angebaut, das Geländer wird durch eine kräftige Brüstungsmauer gebildet. In dieser Brüstung standen ursprünglich auf beiden Seiten je zwei Stelen mit einem kleinen Altar. An den Brückenenden standen je zwei Säulen. Die auf den noch erhaltenen drei Stelen befindliche Bauinschrift besagt, dass Septimius Severus, Caracalla und Geta um 200 n. Chr., als Alfenus Senecio Statthalter von Syrien war, die Brücke durch den Legaten der sechzehnten in Samosata stationirten Legion von Grund aus habe wiederherstellen lassen.

Von den in Deutschland am Mittelrhein geschaffenen festen Römerbrücken ist die älteste die achtbogige steinerne Nahebrücke bei Bingen. Die Pfeiler



Abb. 114.
Römische Brücke bei Kiakhta.

sind theilweise noch jetzt erhalten, ebenso auf dem rechten Ufer noch einer der Bogen. Tacitus setzt diesen Bau in das Jahr 70 v. Chr.

Die Erbauungszeit der stehenden Römerbrücke zwischen Mainz und Kastel ist bisher nicht mit Bestimmtheit festzustellen gewesen, man kennt daher auch nicht ihren Erbauer. Die Vermuthungen richten sich in erster Linie auf Trajan oder Hadrian. Auf die Zerstörung des Bauwerks im 3. Jahrhundert wird die weiter oben erwähnte unter Maximin angelegte Schiffbrücke bei Mainz zurückgeführt. Nach den gemachten Funden nimmt man an, dass die feste Mainzer Brücke aus 24 Steinpfeilern bestand; 18 derselben ruhten im Strom auf Pfahlrosten aus Eichenholzpfählen von ca. 12 m Länge. Die Breite des Pfahlrostes war 7 m. Wahrscheinlich bestand die Brückenbahn aus Holz. Die Länge der Brücke war ca. 775 m. Die Entfernung der linksuferigen Pfeiler

von einander betrug bis zu 27 m, diejenige der Mittelpfeiler ca. 33 m, sodass dieses Bauwerk eine hervorragende Leistung der römischen Brückenbauingenieure war.

Unter Konstantin, der als Wiederhersteller der Donaubrücke Trajans gilt, soll im Jahre 310 n. Chr. eine steinerne Brücke bei Köln errichtet worden sein, doch ist Bestimmtes über diesen Bau bisher nicht zu ermitteln gewesen.

Von der Moselbrücke bei Trier sind die Grundpfeiler aus der Römerzeit erhalten geblieben.

Ueber die bei den Brücken zur Anwendnng gekommenen Fundirungsmethoden ist das Folgende anzuführen: In den ältesten Zeiten dürfte hierbei in vielen Fällen das Verfahren benutzt worden sein, über welches Herodot bei Beschreibung der Brücke zu Babylon berichtet, und das in der zeitweiligen Ableitung des Wassers bestand, sodass die Fundirung der Brückenpfeiler im Trocknen erfolgen konnte. Diese Methode war nicht allein sehr kostspielig, sondern auch sehr zeitraubend und in manchen Fällen überhaupt nicht anwendbar. Es mnsste daher für den Fall, dass steinerne Pfeiler zur Ansführung kamen, ein anderes Verfahren ersonnen werden. Bei Holzpfeilern, d. h. Pfählen waren Schwierigkeiten kaum vorhanden, da sie von verankerten Fahrzeugen aus im Wasser geschlagen werden konnten, bei welcher Arbeit sich die Römer einer Art Ramme bedienten.

Während über die Art und Weise, in welcher die verschiedenen Völker ihre Brücken fundirten, im allgemeinen bisher wenig Ermittelungen vorliegen, sind über die von den Römern angewandten verschiedenen Fundirungsmethoden ausführlichere Nachrichten auf uns gekommen. Danach wandten dieselben aus Steinblöcken hergestellte Fundamente, Senkkasten und Pfahlrostfundirungen an, wobei von Betonschüttnngen Gebrauch gemacht wurde und Fangedämme und Wasserschöpfmaschinen Verwendung fanden. In dem Werke Vitruvs ist sowohl eine Beschreibung des Pfahlrostes als auch der Art und Weise, in welcher Senkkasten benutzt wurden, enthalten. Ueber die erstere Methode schreibt derselbe: „Allein kann man keinen festen Boden erhalten, und ist der Ort unten locker oder morastig, so grabe und leere man denselben aus, schlage angebrannte ellerne, ölbäumene oder eichene Pfähle ein, verbinde damit durch Maschinen dicht neben einander gelegte Schwellen, fülle den Raum zwischen den Pfählen mit Kohlen aus und mauere hierauf fest den Grund auf.“ Die über die Verwendung von Senkkasten gegebene Beschreibung bezieht sich speciell auf die Herstellung von im Wasser herzustellenden Mauern von Häfen und wird daher an anderer Stelle zu bringen sein, es ist jedoch kein Grund vorhanden, anzunehmen, dass nicht auch bei Brückenbauten diese Methode angewandt wurde.

Bei dem bereits erwähnten Abbruch der Cestiusbrücke in Rom sind über die bei diesem Bauwerk ausgeführte Fundirung der Pfeiler interessante Aufschlüsse gewonnen worden. Die Fundamente beginnen 1,52 m unter Niedrigwasser,

sie bestehen aus Gusswerk, das von einem doppelten, 1,10 m breiten Gürtel eingerammter Eichenpfähle umgeben ist. Unmittelbar über diesem Theil beginnt das Mauerwerk aus Travertinquadern. Mörtel ist zwischen den Steinen nicht zur Verwendung gekommen.

5. Brückenbauten der Perser.

In ähnlicher Weise wie für China, muss für Persien im Hinblick auf die ausserordentliche Entwicklung, welche die aus dem Beginne des Mittelalters stammenden Leistungen im Gewölbebau aufweisen, geschlossen werden, dass die Perser bereits im Alterthume bedeutendere Brückenbauwerke schufen. Ihre grosse Geschicklichkeit in der Schlagung von Schiffsbrücken ist oben bereits erwähnt worden. Der Mangel an Holz gab frühzeitig den Anstoss, für dieses Baumaterial Ersatz zu suchen und führte zu einer umfangreichen Verwendung des Steinmaterials und zur ausgedehnten Anwendung von Gewölben. Bei dem grossen Holzmangel war die Verwendung halbkreisförmiger Gewölbe nicht günstig, und führte dieser Umstand frühzeitig zur Spitzbogenform. Als Material kamen für die Gewölbhauten Ziegelsteine und dünne Plattensteine zur Verwendung. Von Interesse ist es, die Wandlung zu verfolgen, die im Laufe der Zeit in den Abmessungen des künstlichen Steinmaterials eingetreten ist. Die ältesten in den chaldäischen Bauwerken gefundenen Ziegelsteine haben 0,4—0,5 m im Quadrat und 12 cm Stärke. In Babylon finden sich aus der Zeit Nebukadnezars und in Susa aus der Zeit Xerxes Steine, deren Abmessungen 34 bei 7 cm betragen. Zu den in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung entstandenen Bauwerken wurden Steine von 30 cm im Quadrat und 6 cm Stärke verwandt. Nach dem Einbruch der Mohammedaner trat eine weitere Verminderung in der Steindicke ein und zwar bis zu einer Stärke von nur 3 cm, bei einer Seitenlänge von 17½ cm. Seitdem ist allmählich wieder eine Vergrösserung der Abmessungen und zwar auf 25 resp. 4,8 cm erfolgt.

Ueber die aus dem Alterthum stammenden Brücken Persiens ist das Folgende anzuführen:

Die hervorragendsten antiken persischen Ingenieurbauten stammen aus der Zeit Sapors I. oder Shapurs und seiner Nachfolger.

Der römische Kaiser Valerianus (253—260 n. Chr.) gerieth mit einer grossen Zahl Soldaten im Kriege gegen die Perser im Jahre 260 in die Gefangenschaft Sapors. Mit Recht ist man der Ansicht, dass Sapor die Kenntnisse und Geschicklichkeit dieser Gefangenen bei der Schaffung seiner Bauwerke ausnutzte, sodass mithin die persischen antiken Brücken als ein mittelbares Erzeugniss der römischen Brückenbaukunst zu betrachten sind.

Zu diesen Werken gehört ohne Zweifel die Brücke bei Shuster, welches Bauwerk über den Karun führt. Dieselbe stand im unmittelbaren Zusammenhang

mit bedeutenden hydrotechnischen Anlagen, die ebenfalls unter Sapor zur Ausführung gekommen sind und theils der Wasserversorgung der Stadt, theils Irrigationszwecken dienten. Die Brücke besteht aus neun Bogen und ist vollständig aus Stein erbaut. Ihre Festigkeit trotzte Jahrhunderte hindurch den nicht selten ganz ungewöhnlich hoch ansteigenden Fluthen des Karun. Im Jahre 1842 stieg der Fluss in einer Nacht 32 Fuss an, ein Theil der Brücke gab dem ungeheuren Wasserandrang nach und stürzte ein.

Eine zweite antike Brücke befindet sich bei der Stadt Dizful über dem Dizful-Strom, vor dem Austritt dieses Flusses in die Ebene Susianas. Diese Brücke, deren erste Erbauung dem König Shapur oder Sapor I. zugeschrieben wird, besitzt gegenwärtig 22 Bogen (nach Layard 20 Bogen). Nach Kinneir bestehen die Brückenpfeiler aus sehr grossen Quadern, die Bogen und der obere Brückentheil aus Backsteinmauerwerk. Die Länge der Brücke ist 380 m, die Breite ca. 7 m und die Höhe 40 Fuss. Das Bauwerk ist im Laufe der Zeit mannigfachen Ausbesserungen und Umänderungen unterzogen worden. Die Spannweite der Bogen beträgt 7,05 m, die Pfeilerstärke 9,05 m. Die Gründung ist mittelst Betonirung in der Art und Weise der Römer erfolgt. Letzterer Umstand erhöht die oben bereits ausgesprochene Vermuthung einer Beeinflussung der persischen Ingenieurtechnik durch die Römer. Die gegenwärtig vorhandenen Gewölbe stammen aus späterer, sassanidischer oder seldschukischer Zeit.

Dem genannten Fürsten schreibt man auch die Erbauung der Shahpurs-Brücke (Puli Shapur) zu, deren Ueberreste sich auf der Strasse von Kerkha nach Kermanschah finden. Diese Brücke, die eine ausserordentliche Grösse besessen haben muss und welche den Kashaghan dort, wo derselbe den Spalt der Berge durchbricht und in die Jaidar-Hochebene eintritt, in einem Bogen überspannte, zeigt in den noch vorhandenen Brückenköpfen ungeheuer grosse Quadern.

Die Reste weiterer Sassanidenbrücken liegen in der Nähe der berühmten Felswand von Bisutun und bei Sain Kaleh. Die genannte Felswand ist in einer Breite von 150 Fuss und in einer Höhe von 100 Fuss künstlich behauen, geebnet und mit Steinskulpturen verziert.

Die Brücke in Sain Kaleh führt den Namen Kiz Kopri, d. h. Mädchenbrücke und überspannte einst den Jaghatu. Von den vier Pfeilerplatten, die noch stehen, sind die Bogen abgesprengt. Die Spannweite betrug 18 Schritt. Die äussere Mauer ist aus mächtigen behauenen Quadern hergestellt. Das Innere der Mauer besteht aus Mörtel und Steinen. Ursprünglich scheinen sieben Pfeilerstellungen vorhanden gewesen zu sein.

Unterhalb der Ruinen von Susan am oberen Karun hat Layard die Ueberreste einer antiken Brücke gefunden, über welche er die folgenden Mittheilungen giebt: An beiden Flussufern sind hier gepflasterte Strassen entlang geführt, die zweifellos hohes Alter haben und aller Wahrscheinlichkeit nach mit der Brücke angelegt wurden. An den beiden Ufern sind die Ueberreste der

Widerlager erhalten, die aus einer grossen Backsteinmasse bestehen und auf dem felsigen Untergrund stehen. Von den oder dem Bogen ist nichts erhalten. Die Backsteine, aus welchen die ganze Brücke erbaut war, sind sehr hart gebrannte Steine und gleichen vollständig denjenigen, die Layard in den Ruinen der vorsassanidischen Epoche gefunden hat. Die Bogen müssen den Fluss in einer Höhe von wenigstens 100 Fuss überspannt haben.

Dieses Werk wird von Zacarya Kazwini Harah Zad genannt und soll nach der Mutter Ardeschirs (des Vaters von Sapor I.) benannt sein. Die etwas wunderbare Beschreibung der Brücke lautet folgendermassen:

„Idady ist eine Stadt zwischen Ispahan und Chusistan gelegen, welche sehr heftigen Erdbeben ausgesetzt ist. Das grösste Wunder ist die dortige Brücke Harah Zad, von Ardeschirs Mutter über einen trockenen Fluss erbaut. Nur wenn sehr starker Regen gefallen, hat dieser Wasser; seine Fluthen schwellen dann aber auch an wie ein Meer, er dehnt sich über 1000 Cubitus in der Breite aus, bei einer Tiefe von 150 Cubitus. Harah Zad liess bei dem Brückenbau die Steinquadern mit Blei und Eisen gegenseitig verklammern, und ihn vom Aufsteigen bis wieder zum Absinken zur Basis 1000 Cubitus lang aufrichten, seine Höhe bis zu 150 Fuss steigend. Je höher der Bau aber emporsteigt, desto mehr verengt er sich. Der Raum zwischen dem Uferbett und der Brücke, der bis 40 Cubitus von der Erde emporsteigt, wurde durch Eisenschlacken mit Blei, d. h. ausgegossenen Massen, ausgefüllt, welche die Widerlager bildeten, auf denen die Brücke ruht, deren höchster Gipfel über dem Boden aufgehängt (gesprengt?) ward. So ist das ganze Intervall zwischen beiden Uferseiten des Stromes und der Struktur der Brücke mit einem Gemisch von Blei und Erzschlacken ausgefüllt. Diese Brücke hat nur einen Bogen, ein Wunderbau, durch seine innere Festigkeit ausgezeichnet. Dennoch ward die Brücke später von Masmaens (?) zertrümmert und blieb lange zum grossen Nachtheil der Reisenden in diesem Verfalle; während welcher Zeit die Anwohner auch noch das Blei, das zum Halt des Baues eingegossen war, in grosser Menge losrissen und entführten. Endlich ward das Werk durch Abu Abdallah Mohammed Ibn Ahmed al Ammu (?), der Vezier Al Hasan Ibn Bonyas war, wiederhergestellt. Dieser nahm nämlich Arbeiter und Geometer in Sold, und verwandte alle seine Mittel und seine ganze Kraft auf diese Unternehmung. Die Werkleute mussten sich von der höchsten Stelle der Brücke in Körben an Winden und Stricken hinablassen, um ihren Bogen wieder aufzumauern, was jedoch erst nach vielen Jahren vollendet wurde. Die meisten Bauleute wurden mit Gewalt aus Ispahan und Idady zu dieser Arbeit gezwungen; ausser ihrem Taglohn wurden noch ausserdem 350000 Goldstücke auf diesen Brückenbau verwandt, der bis auf unsere Zeit (im XIII. Jahrh.) sich erhalten hat und als ein Wunderwerk zu sehen ist.“

Ergebnisse des dritten Kapitels.

Die Kenntniss der einzelnen Entwicklungsphasen der Wegebautechnik bei den verschiedenen Völkern ist zum Theil noch sehr lückenhaft, namentlich liegen über die technische Beschaffenheit der Strassen einer Anzahl Völker keine Mittheilungen vor. Der Umstand, dass ein langer Zeitraum verstrich, bis die Vortheile des Wagentransports allgemein erkannt wurden, hatte bei der fast ausschliesslichen Verwendung der Lastthiere eine langsame Ausbildung der eigentlichen Strassenbautechnik im Gefolge. Die Einführung des Wagens für den Warentransport muss als ein folgenreiches Ereigniss für den Strassenbau bezeichnet werden, da hierdurch jedenfalls in erster Linie zu einer Befestigung der Strassenfläche in grösserem Massstab der Anstoss gegeben wurde. Wie die gegebenen Beschreibungen haben erkennen lassen, erreichte die Technik des Strassenbaues im Alterthum eine hohe Stufe der Vollendung. Die bedeutendsten und vollendetsten Leistungen sind den Römern zu danken, deren ausgedehntes, durch Wüsteneien und über Gebirge sich erstreckendes Strassennetz die Zurücklegung einer täglichen Wegeslänge von 6—8 Meilen ohne Ueberanspannung der Zugthiere auf Heerwegen ausserhalb der Gebirgslandschaften gestattete. Auch in verschiedenen anderen Ländern, wie China und Persien wurde ebenso wie in dem römischen Weltreiche, auf die Ausbildung des Verkehrs auf den Reichsstrassen grosser Werth gelegt. Die Staatspost der persischen Grosskönige war ebenso wie der cursus publicus der Römer trotz ihrer einseitigen Zwecke für die Entwicklung des gesammten Verkehrs von einflussreicher Bedeutung, da naturgemäss die hierbei erreichte grössere Geschwindigkeit der Transporte einen anspornenden Einfluss ausübte.

Durch die mit dem Strassenbau Hand in Hand gehende engere Verbindung der Völker und infolge der durch die Verkehrswege gleichsam bewirkten Annäherung der Länder erwies sich dieser Zweig der Ingenieurtechnik in kultureller Hinsicht von weittragendem Einfluss. Eine wesentliche Ergänzung bildete in dieser Beziehung allerdings der Seeverkehr, der im nächsten Kapitel zu besprechen sein wird.

Die Bedeutung des Wegebaues spiegelt sich in dem Ausspruche M. M. von Webers wieder, der in der Geschichte des einen technischen Erzeugnisses „des Weges“ eine Schilderung der gesammten Kulturentwicklung geben zu können erklärte. Der Vermittler des Waarenaustausches, der Weg, ist in der That ein Grund-Element der Civilisation, sodass sich die römischen Ingenieure durch die weitgehende Ausbildung des Strassenbaues ein grosses Verdienst erworben haben und zu bedauern ist, dass dem hohen Aufschwung der Strassenbaukunst ein so furchtbarer Niedergang folgte. Die Vernachlässigung der Römerstrassen und die zum Theil muthwillige Zerstörung derselben entsprang nicht am wenigsten der Verkennung der hohen Bedeutung des Handels, zu dessen Förderung und Erleichterung ein ausgebildetes und gut gebautes Strassennetz ausserordentlich viel beizutragen vermag.

Ein besonders wichtiges Glied des Wegebaues wurde frühzeitig der Brückenbau. Derselbe erlangte in verschiedenen Ländern des Alterthums eine weitergehende Ausbildung. Seine Entwicklung musste, da nur Holz und Steine als Baumaterial Verwendung fanden, bei demjenigen Volke die höchste Stufe erreichen, bei welchem das Hauptkonstruktionselement des steinernen Brückenbaues, das Gewölbe, in dem ausgedehntesten Umfange zur Ausführung kam. Durch die Kühnheit der römischen Ingenieure, die bei dem Entwerfen ihrer weitgespannten Bogenbrücken sich lediglich von ihrem praktischen Gefühl leiten lassen mussten, entstanden gewölbte steinerne Brücken von über 36 m Spannweite, eine Weite, die auch heute noch immer zu der nicht gewöhnlichen gehört. Die Entstehung des Gewölbes aus der Ueberkragung lässt sich bei einer Reihe von Völkern verfolgen, und es führt diese Erscheinung zu der Vermuthung, dass nicht ein einzelnes Volk der Erfinder dieser so überaus bedeutungsvollen Konstruktion ist. Das Gefühl und das praktische Ergebniss führten dazu, dass das Gewölbe in der Halbkreisform die ausgedehnteste Verwendung fand und dass selbst die Römer nur spärlich von dem Segment Anwendung machten.

Die Ausbildung des Gewölbes ist, wie mit Sicherheit angenommen werden kann, nicht bei Brückenbauten, sondern bei Hochbauten erfolgt. Die Wölbsteine wurden sorgfältig, der geometrischen Form entsprechend, mit radialen Fugen angeordnet. Der Bogen erhielt im allgemeinen auf seiner ganzen Länge dieselbe Stärke. Eine Zunahme dieser Stärke nach den Widerlagern hin zeigt keine der vorgeführten Brücken, wohl aber findet sich der umgekehrte Fall. So lässt die Abbildung der Brücke über den Anio bei Lucano erkennen, dass die Steine in dem mittleren Bogentheil grösser sind als die den Widerlagern näher liegenden. Die Vorschiebung einzelner Steine aus der Laibung kommt hierbei nicht in Betracht, da diese Anordnung dem Streben nach Ersparung von Gerüstmaterial entsprungen ist. Während die Römer bei den für Hochbauten bestimmten Gewölben hie und da auch in späterer Zeit noch von der Ueberkragung Gebrauch machten und hierdurch in manchen Fällen eine Rüstung vollständig ersparten, findet sich bei Brücken ein solches Beispiel nicht. Es erscheint dies erklärlich, da bei der grösseren Spannweite der für jene Anordnung massgebende Zweck doch nicht zu erreichen gewesen wäre.

Dagegen wurde das gegen ein etwaiges Gleiten der einzelnen Wölbsteine bei Hochbauten mit Vorliebe benutzte Mittel der Verwendung von Eisenklammern auch bei Brückenbauten angewandt. Wie das Beispiel der Cestiusbrücke zeigt, waren die Folgen dieses Mittels, was auch nicht überraschen kann, keine günstigen.

Der Mangel einer klaren Erkenntniss der wirkenden Kräfte, der sich in der Regel in einer Ueberschätzung derselben äusserte, sowie der Umstand der Erbauung einer Brückenöffnung nach der anderen, führten nicht selten zu massigen Pfeilerbauten, wodurch die römischen Brücken, wie Baumeister sich

ausdrückt, den Charakter der Zuverlässigkeit, der Selbständigkeit jedes Bogens erlangten.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Römer aus architektonischen Gründen fast ausschliesslich von der Halbkreisform bei den Brückengewölben Anwendung machten, da es ihrem praktischen Sinne nicht entsprach, bei Nützlichkeitsbauten aus Schönheitsgründen unrationelle Anordnungen zu treffen. Und unvortheilhaft für den Verkehr waren sicherlich manche der Römerbrücken. Mit viel mehr Wahrscheinlichkeit darf angenommen werden, dass die Anwendung von Kreissegmenten, namentlich eines flachen Segmentes, für ein besonderes Wagniss galt. Eine absolut sichere Entscheidung der Frage, ob die Brücke Trajans über die Donau eine hölzerne oder eine steinerne war, würde daher von besonderem Werthe sein. Eine Ausfüllung der etwaigen Holzkonstruktion dieser Brücke mit Konkret erscheint deshalb besonders fraglich, weil die Anwendung von Gussmauerwerk in Verbindung mit einzelnen Steinringen überhaupt im Brückenbau, im Gegensatz zum Hochbau, im allgemeinen nicht üblich gewesen zu sein scheint.

Die Ueberhöhung der Brückenbahn findet sich übrigens nicht ausschliesslich bei den von den Römern geschaffenen Bauten, sondern kommt im Mittelalter und selbst noch später fast ausnahmslos vor. Die überhöhte Brückenfahrbahn gilt manchem Forscher in Zweifelfällen eher für ein Zeichen, dass das betreffende Werk nicht römischen Ursprungs ist.

Die Herrschaft des Segment- und des Korbbogens dürfte dadurch herbeigeführt worden sein, dass die Erfüllung der Verkehrserfordernisse in die erste Linie gerückt wurde und diesen womöglich alle anderen Rücksichten unterzuordnen waren. Unterstützt wurde die Anwendung der genannten Bogenform durch das Bemühen, die Aufstauung eines Wasserlaufs durch die meistens tief eintauchenden Halbkreisgewölbe möglichst zu verringern, d. h. die Gewölbkämpfer über Hochwasser anzuordnen. Dem Streben nach Verminderung der Wasseraufstauung entsprangen im Alterthum vermuthlich die sogenannten Brückenaugen.

Bei einem Vergleich der Leistungen der alten Völker auf dem Gebiete des Strassen- und Brückenbaues ergiebt sich, dass den Römern hier unstreitig die Palme gebührt. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die steinernen römischen Brückenbauten mancherlei Merkmale einer nicht vollständig entwickelten Technik tragen. Die Unregelmässigkeit und die bedeutenden Veränderungen der Bogenlinie, die eine Anzahl Römerbrücken zeigen (so z. B. die Cestius-Brücke), lassen auf die auch sonst beobachtete geringere Sorgfalt in der Ausführung und auf eine nicht genügend durchgebildete Ausrüstungsmethode schliessen.

Litteratur-Nachweis zum dritten Kapitel.

A. Strassenbau.

Götz, Die Verkehrswege im Dienste des Welthandels.
Ritter, Erdkunde.
Pietschmann, Geschichte der Phönizier.
Wildenbruch, Monumente des Nahr el Kelb bei Beiruth (Monatsberichte über die Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Neue Folge, Erster Band 1844).
v. Richthofen, China.
Lassen, Indische Alterthümer.
Curtius, Zur Geschichte des Wegebaues bei den Griechen.
Karten von Attika von E. Curtius und J. A. Kaupert. Erläuternder Text, Heft II.
Mittheilungen des Kaiserl. Deutschen Archäologischen Instituts. Athenische Abtheilung. Bd. XIX. (Aus Messenien.)
Bötticher, Die heilige Strasse von Eleusis. Im neuen Reiche, Neunter Jahrgang (1879), I. Bd.
Kiepert, Die persischen Königsstrassen durch Vorderasien nach Herodotos (Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1857).
Justi, Geschichte des alten Persiens.
Götz, Die vorderasiatische Reichspoststrasse der persischen Grosskönige (Jahresbericht der geographischen Gesellschaft in München 1885).
Canina, La prima parte della via Appia della porta Capena a Boville.
Reber, Die Ruinen Roms und der Campagna.
v. Genda, Die Regulirung des Eisernen Thores und der Katarakte der unteren Donau.
Reber, Geschichte der Baukunst im Alterthum.
Nissen, Pompeianische Studien zur Städtekunde des Alterthums.
— Italische Landeskunde.
Bergier, Histoire des grands chemins de l'empire romain
Haarmann, Das Eisenbahn-Gleise. Erste Hälfte.
Stephan, Das Verkehrsleben im Alterthum.
Schneider, Die alten Heer- und Handelswege der Germanen, Römer und Franken im deutschen Reich.
v. Veith, Die Römerstrassen Köln-Rheims und Rheims-Trier (Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande, Heft LXXX).
Schneider, Die römischen Militärstrassen des linken Rheinufers (Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande, Heft LXXII, LXXX).
Ballif, Römische Strassen in Bosnien und der Hercegovina.
Kotschy, Aus dem Bulghar Dagh (Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, Neue Folge, I. Bd., 1856).
Friedländer, Darstellungen aus der Sittengeschichte Roms.
Meyer, Die römischen Alpenstrassen (Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich, Bd. XIII).
Langlois, Voyage en Cilicie (Revue archéolog., XIII. Année, Deuxième Partie).
Gantier, Tractat von der Anlegung und dem Bau der Wege und Stadtstrassen (Aus dem Französischen).
De Laborde, Voyage pittoresque et historique de l'Espagne.
Schumacher, Beschreibung des Dscholân (Zeitschrift des deutschen Palästina-Vereins, Bd. IX [1886]).

B. Brückenbau.

Maspero, Aegyptische Kunstgeschichte.
Meyer, Geschichte des alten Aegyptens
Perrot und Chipiez, Geschichte der Kunst im Alterthum Aegypten, bearbeitet von R. Pietschmann.
Kohl, Das fliessende Wasser und die Ansiedelungen der Menschen (Das Schiff 1883).

Ritter, Erdkunde, IX. Theil, 3. Buch: West-Asien.
— Erdkunde, VI. Theil, 2. Buch: Ost-Asien, Bd. IV, Zweite Abtheilung.
Sirr, Ceylon and the Cingalese.
Justi, Babylon (Ausland 1866).
Blouet, Expédition scientifique de Morée.
Texier, Description de l'Asie Mineure.
Bohn, Die Ausgrabungen zu Assos (Deutsche Bauzeitung 1883).
Curtius, Adler, Hirschfeld, Ausgrabungen in Olympia, Bd. V.
Gottgetreu, Beitrag zur geschichtlichen Entwicklung der Gewölbe (Zeitschrift für Bauwesen, XXIX Jahrgang, 1879).
Schillbach, Ausflug nach Oeniadae in Akarnanien (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 7. Bd., 1872).
Ulrichs, Reisen und Forschungen in Griechenland.
Heinzerling. Historische Uebersicht über die technische Entwicklung der Brücken in Stein und Holz etc. (Allgemeine Bauzeitung, Wien 1870).
Guhl und Koner, Das Leben der Griechen und Römer.
Des Marcus Vitruvius Pollio Baukunst.
Durm, Die Baukunst der Etrusker.
— Die Baukunst der Römer (Handbuch der Architektur, II. Theil).
v. Cohausen, Cäsars Rheinbrücken.
Reinhard, Cäsars Rheinbrücke.
Maurer, Noch einmal Cäsars Brücke über den Rhein.
— Und noch einmal die Cäsar-Brücke.
v. Peellnitz, Römische Rheinbrücke bei Mainz.
Schleneinger, Studien zu Cäsars Rheinbrücke.
Rondelet, Traité théorique et pratique de l'art de bâtir.
Gauthey, Traité de la construction des ponts
Aschbach, Ueber Trajans steinerne Donaubrücke.
Kanitz, Römische Studien in Serbien (Denkschriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Wien 1892).
Marquardt, Römische Staatsverwaltung, III. Band.
Hülsen, Vierter Jahresbericht über die Topographie der Stadt Rom (Mittheilungen des Kaiserl. Deutschen Archäologischen Instituts. Römische Abtheilung, Bd. VIII).
Lanciani, Ponte S. Angelo (Bulletino della commissione archeologica communale di Roma 1893).
Urlichs, Ueber die Brücken des alten Roms (Sitzungsberichte der Königl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München, Jahrg. 1870, Bd. 1).
Baumeister, Ueber die Architektur der Brücken im Alterthum und Mittelalter.
Humann und Puchstein, Reisen in Kleinasien und Nordsyrien.
Köln und seine Bauten, herausgegeben von dem Architekten- und Ingenieur-Verein für Niederrhein und Westfalen.
Quetsch, Geschichte des Verkehrswesens am Mittelrhein.
Tacitus, Hist. lib. 4 cap. 70.
Lieut. Selby's Ascent of the Karun (The Journal of the Royal Geographical Society of London 1844).
Layards Description of the Province of Khúzistan (The Journal of the Royal Geographical Society of London 1846).
Justi, Geschichte Persiens.
Reclus, Nouvelle Géographie universelle (La Terre et les hommes, Bd IX, L'asie antérieure).
Parbeni, Von der Tiberregulirung in Rom. Originalaufsatz aus dem Italienischen, übersetzt und ergänzt von Dr. Groeschel (Zeitschrift für Bauwesen 1898).

Viertes Kapitel.

Hafenbauten.

1. Allgemeines.

Um die im Alterthum geschaffenen Hafenbauten und die mit denselben in Verbindung stehenden Bauwerke richtig würdigen zu können, dürfte eine kurze Schilderung der Seeschiffe und der antiken Seeschiffahrt überhaupt nicht zu umgehen sein.

Das antike Seewesen weist zum Theil Verhältnisse auf, die das gerade Gegentheil von den jetzt herrschenden Zuständen bilden. So ankerten die Transportschiffe nicht selten wegen ihrer Grösse auf offener Rhede, während die zum Schutze bestimmten Schlachtschiffe im Innern einer Bucht auf das Land geschleppt wurden. Die tiefsten Häfen waren nicht für die Kriegsschiffe, sondern für die grösseren Getreideschiffe bestimmt.

Der älteste Seeverkehr ist jedenfalls durch die Babylonier, Phönizier und Aegypter ins Leben gerufen worden. Die Puntfahrten der Aegypter scheinen bereits um das Jahr 2300 v. Chr. stattgefunden zu haben, da berichtet wird, dass unter Hamu eine Flotte Weihrauch aus einem Lande am Meere holte.

Auf diesen Fahrten, die zu wiederholten Malen in ungleichen Zwischenräumen unternommen wurden, war schon das Segel in Gebrauch; phönizischer Einfluss scheint bei dieser Entwicklung ziemlich gewiss. Unter Thutmes III. lieferten die Phönizier als Abgabe Mastbäume und Holzstämme. Die Fahrten nach dem Puntlande, d. h. nach Arabien, dienten dem Transport von Aromatá und Gold. Etwa im Jahre 1000 scheint im südlichen Arabien der Sabäerstaat entstanden zu sein, der in der Folgezeit ausgedehnte Handelsbeziehungen mit verschiedenen Völkern unterhielt.

Auf dem persischen Meerbusen fand bereits um die Mitte des vierten Jahrtausends v. Chr. Schiffahrtsverkehr statt, welcher nicht am wenigsten durch die Steinarmuth Babyloniens veranlasst worden sein dürfte, da er zu einem grossen Theil dem Transport der dioritischen Steinblöcke diente.

Die Einwohner Phöniziens nahmen, begünstigt durch die Lage ihres Küstenstriches zwischen Aegypten und Babylonien, in der Folgezeit die führende Rolle auf dem Gebiete des Seeverkehrs ein. Seit dem 10. Jahrhundert führten sie ihre Ophirfahrten aus, d. h. ihre Reisen nach Habesch und Jemen. Ob sich die Seefahrten bereits im frühen Alterthum nach Indien erstreckten, ist noch ungewiss. Nach dem 15. Jahrhundert beginnt das Vordringen der Phönizier im Mittelmeer und die Gründung von Kolonien in Kleinasien, später in Griechenland, Italien (besonders auf Sicilien), Afrika und Spanien.

Gegen das 12. Jahrhundert brachten die Phönizier wohl die vorderasiatische Kultur, die gleichsam eine Verschmelzung der babylonisch-assyrischen und der ägyptischen darstellte, nach europäischem Boden. Die Funde in der Königsburg und in den Gräbern von Mykenae, sowie der Inhalt der Schutthügel von Ilium weisen phönizische Erzeugnisse auf. Bei Besprechung der griechischen Wegebauten ist des Einflusses der Phönizier auf Griechenland bereits Erwähnung gethan.

Nach der Anlegung von Kolonien auf Sicilien entstand etwa gegen 1200 v. Chr. Karthago. Auf der Halbinsel Hispanien wurde Gades gegen 1100 ein angesehenes Emporium. Die Fahrten dehnten sich aller Wahrscheinlichkeit nach dann später durch die Herkulessäule bis nach Britannien und seinen Zinninseln, den Kassiteriden, aus, sodass sich der Handel der Phönizier von dem atlantischen Meere bis zu den nordwestlichen Ausbuchtungen des indischen Oceans erstreckte.

Im allgemeinen war die antike Schiffahrt eine Küstenschiffahrt, und nicht gern verloren die antiken Seefahrer das Land aus Sicht, sodass sich die Hauptrouten meistens der Küste anschlossen. Nur die Phönizier beschränkten sich bei ihren Fahrten keineswegs auf die Küstenschiffahrt. Obgleich ausserdem die Befahrung des Mittelmeeres weniger gefahrvoll ist, als die der nordischen Gewässer, so wurde sie doch nicht immer während des ganzen Jahres betrieben. Während der rauhen und stürmischen Zeit ruhte sie häufig, und die Schiffe wurden auf das Land gezogen. Die Eröffnung und Schliessung der Schiffahrt wurde bei verschiedenen Völkern durch lärmende Feste gefeiert. Zu den Unterbrechungen der Schiffahrt in der rauhen Jahreszeit trug der Umstand am meisten bei, dass die meisten Seefahrzeuge nicht genug gedeckt waren. Hierauf ist auch die grosse Angst der antiken Seefahrer vor Stürmen zurückzuführen. Wiederholt gingen ganze Flotten unter. Selbst die stark bemannten Trieren und Penteren wagten keine Winterfahrt. Bei herannahendem Sturm oder Unwetter suchten sie einen Hafen zu gewinnen, und nicht selten zog die Mannschaft die Schiffe auf das Trockene. Der geringe Fassungsraum dieser Schiffe für Lebensmittel etc. nöthigte zu einer häufigen Ausschiffung. Es war nichts seltenes, dass die Mannschaft die Nacht auf dem Lande verbrachte, wobei die Unbequemlichkeiten, denen die Bemannung über-

haupt auf diesen Schiffen ausgesetzt war, einen massgebenden Einfluss ausgeübt haben mögen.

Wie den Reisenden zu Lande die Itinerare zur Orientirung dienten, so standen den Schiffern des Alterthums Hilfsbücher zu dem gleichen Zweck zur Verfügung. Das bedeutendste dieser Hilfsbücher war „Stadienfahrer“ oder „Rundfahrt um das Mittelländische Meer“ betitelt. In diesem Buche sind die Entfernungen der verschiedenen Küstenplätze von einander sowie die Orte genannt, an welchen Häfen oder nur Ankerplätze vorhanden waren. Es ist ferner angegeben, wie diese Orte beschaffen waren, welche Wassertiefe die Häfen besassen, ob die Küste flach oder abschüssig, ob der Grund sandig oder felsig

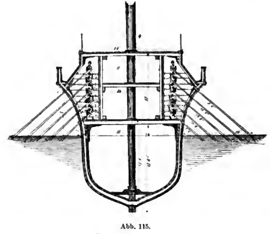


Abb. 115.
Pentere nach Graser.

war und ob der Anker fasste. Weiter werden in dem Buche die Erkennungszeichen an den Küsten angegeben, auch die Beschaffenheit der Vorgebirge wird beschrieben. Die Frage der Trinkwasserverhältnisse eines jeden der aufgeführten Orte wird eingehend erläutert.

Als die älteste Form des Seeschiffes ist wohl das rundliche Frachtschiff „Gaulos“ zu bezeichnen, dessen Formen das Fahrzeug aus der Kindheitszeit der Germanen, die Kocke, ähnelte. Die im Laufe der Entwicklung sich immer weiter erstreckenden Seereisen erforderten eine Unterstützung der Ruderarbeit durch ein genaueres Vorwärtsgehen des Schiffes, und hierauf ist die Schaffung von Kielschiffen zurückzuführen. Die Tarschischkauffahrer und die Pentekontoren waren jedenfalls derartig gebaute Schiffe, auf welchen neben dem Ruder das Segel ausgenutzt wurde. Die Pentekontoren waren langgestreckte Schiffe mit einem Kiel aus Cedernholz und nur einer Ruderbank.

Frühzeitig wurde der Kiel mit Kupfer beschlagen und kamen kupferne Schiffsnägel zur Verwendung. Allmählich kam der Etagenbau auf, jedoch dürften vor dem 7. Jahrhundert kaum Schiffe mit drei Ruderreihen erbaut worden sein. Als Erfinder dieser Schiffsart müssen wohl die Phönizier angesehen werden. Die Vergrösserung und Ausbildung der Ruderthätigkeit, die bis zur Schaffung von Penteren (etwa im 4. Jahrhundert) führte (Abb. 115), war in erster Linie den Kriegsschiffen von Nutzen. Die Zehnruderer Alexander des Grossen und gar die Zwölfruderer eines Ptolemaeus Soter blieben Ausnahmen. Die Verschiedenheit in der Banart der dem Handel dienenden Schiffe nahm nach und nach gleichfalls sehr zu.

Seit dem 8. Jahrhundert kommt den Griechen auf dem Gebiete der Schiffahrt neben den Phöniziern eine selbständige Thätigkeit zu. Die günstige Gestaltung Griechenlands, welche die Schaffung eines Hafens neben dem anderen gestattete, liess die zuverlässigere mechanische Fortbewegung durch das Ruder als eine bessere wie die von den Elementen abhängige Benutzung des Segels erscheinen. Die Triere erlangte bei den Griechen besondere Anwendung und Ausgestaltung. Die Frage, ob die in verschiedener Höhe befindlichen Ruderpforten gleichzeitig benutzt wurden oder ob nur stets eine einzige Ruderreihe bedient wurde, kann wohl dahin beantwortet werden, dass eine gleichzeitige Benutzung der Ruderpforten stattfand. Auch bezüglich der Ausstattung und Grösse der Seeschiffe gehen die Ansichten auseinander. Zweifellos ist, dass die Trieren oder Triremen einen Hauptmast hatten, welcher das grosse Segel trug, und wahrscheinlich ist es, dass bereits Raasegel benutzt wurden. Den Karthagern ist ein weiterer Fortschritt im Schiffbau und im Pilotenwesen zu verdanken. Auf beiden Gebieten überboten sie die Schöpfungen und Leistungen der Griechen.

Um die Leistungen, welche im Seeschiffbau im Alterthum überhaupt erreicht wurden, zu veranschaulichen, möge nachstehend die Beschreibung der „Syrakusia“ folgen. Dieses Schiff liess Hiero von Syrakus (269—215 v. Chr.) erbauen, um es Ptolemaeus II. Philadelphus (285—247 v. Chr.) als ein Zeichen seiner Freundschaft zu schenken.

Die Beschreibung lautet nach Hirt folgendermassen:

„Der Vorsteher des Baues war Archimedes (lebte von 287—212 v. Chr.), und der Architekt, unter dem alle Zimmerleute und Künstler arbeiteten, Archias von Korinth. Man fällte hierzu so viel Holz am Aetna, als zum Bau von 60 Triremen hingereicht hätte. Es arbeiteten daran 300 Zimmerleute, ohne die Gehilfen zu rechnen. In der Zeit von sechs Monaten war das Schiff zur Hälfte fertig, und wie ein Theil fertig war, wurde er auch sogleich mit Blei beschlagen. Halbfertig ward das Schiff in die See gelassen. Dies veranstaltete Archimedes mit Hilfe weniger Menschen vermittelst der Winde, die er bei dieser Gelegenheit erfand. Der Ausbau erforderte dann noch sechs andere Monate.

Das Schiff war um und um mit erzenen Nägeln verbunden, die meisten waren zehn Pfund schwer, und manche wogen das Doppelte. Diese Schrauben

hielten das Gerippe zusammen, und um sie desto fester anzuziehen, waren dazwischen Bleiplatten und mit Theer bestrichene Tuchlappen gelegt.

Das Schiff hatte 20 Reihen Ruder. Der Stockwerke waren drei: das erste für die unteren Lasträume, wozu man auf mehreren Treppen hinabstieg, das zweite führte zu den Sälen, das dritte diente für die Gewappneten. Zu beiden Seiten des mittelsten Ganges lagen die Zimmer für die Männerwohnung, an der Zahl 30, jedes zu vier Lagerbetten. Der Saal des Schiffsmeisters enthielt 15 Lagerbetten, dazu gehörten noch drei Zimmer, jedes zu drei Lagerbetten, und die Küche in dem Hintertheile des Schiffes. Alle diese Räume hatten Fussboden in Mosaik aus bunten Steinen aller Art, sehr kunstreich die ganze Fabel der Ilias darstellend. Eben so war der Hausrath, die Decken und Thüren aufs kunstreichste gearbeitet. In dem obersten Stockwerke war ein Gymnasium und Spaziergänge nach der Grösse des Schiffes angelegt, mit Gärten von Pflanzen verschiedener Gattung; der Grund des Bodens war deswegen mit bleiernen Platten belegt. Dabei gab es Lauben von weissem Epheu und Reben, welche in Töpfe mit Erde angefüllt, gepflanzt waren, und gleich den Gärten begossen wurden. Diese Lauben gaben den Spazierenden Schatten.

Dann folgte ein der Venus geweihter Saal mit drei Lagerbetten, wo der Fussboden von Achat war, und von anderen seltenen Steinen der Insel, die Wände und Decken von Cypressenholz, die Thüren von Elfenbein und Citronenholz. Dazu kamen wunderschöne Auszierungen in Gemälden, Statuen und Gefässen von den verschiedensten Formen.

An den Venussaal stiess ein anderer für wissenschaftliche Unterhaltung mit fünf Lagerbetten, die Thüren und Wände von Buxbaum; darin befand sich die Bibliothek, und an der Decke ein Polos nach der Sonnenuhr in der Achradina gemacht. Auch war ein Raum mit drei Lagerbetten für die Bäder eingerichtet, mit drei erzenen Kesseln und einer Badewanne, fünf Eimer haltend, vielfarbig von tauromenischem Stein (eine Art Jaspis).

Hierzu kamen die Menge der Zellen für die Schiffssoldaten, und für die, welche den Schiffsraum bewachten; ferner Pferdeställe, zu jeder Seite 10, mit dem erforderlichen Raum für das Futter, die Gefässe und das Gepäcke der Reiter und Knappen. Gegen das Vordertheil war das Behältniss für 2000 Eimer Wasser, gemacht aus Dugen, Theer und Leinen. Daneben war ein Fischteich, aus Bohlen und Bleiplatten bestehend und mit Seewasser gefüllt. Auf den vortretenden Balken auf jeder Seite des Schiffes befanden sich die Werkstellen für Zimmerleute und Schmiede, für Küchen, Mühlen und anderes. Aeusserlich um das Schiff waren in erforderlichen Zwischenräumen sechs Ellen hohe Atlanten aufgestellt, welche auf den darüber gesetzten Kopfzierden (Kapitälen) das Gebälke mit den Triglyphen trugen. Zugleich war das ganze Schiff mit passenden Malereien ausgeziert.

Ferner standen acht Thürme von passender Grösse auf dem Verdecke, zwei auf dem vorderen, und zwei auf dem hinteren Theil, und vier in der

Mitte; an jedem derselhen waren Maschinen angehracht, um Steine zu schleudern. Auf jedem Thurme befanden sich vier Gewappnete und zwei Pfeilschützen; das Innere der Thürme war angefüllt mit Steinen und Pfeilen. Auf dem Verdecke, am Rande des Schiffes lief eine feste Brustwehr, mit Zinnen versehen, umher, zugleich mit Untersätzen, worauf die Wurfgeschütze — Katapulten — ruhten, welche Steine von 3 Centner und Pfeile von 12 Ellen warfen. Archimedes hatte hierzu die Angaben besorgt, und er warf die einen und die anderen auf die Weite eines Stadiums. Vor denselben herab hingen an erzenen Ketten aus dicken Stricken geflochtene Decken.

Das Schiff hatte drei Masten, und an jedem waren zwei Maschinen, um Steine zu schleudern, angebracht. Aeusserlich war das ganze Schiff gepanzert mit eisernen vorragenden Spitzen, um das Entern zu verhüten. Auch standen von allen Seiten eiserne Raben in Bereitschaft, um die feindlichen Schiffe zu ergreifen und heranzuziehen. Auf jeder Seite waren 60 Schwerbewaffnete und eben so viele um die Masten und Maschinen. Auch in den erzenen Mastkörben sassen Vertheidiger, drei in dem unteren, zwei in dem mittleren, und einer im obersten. Der Anker waren zwölf, vier hölzerne und acht eiserne".

Hiero befrachtete das Schiff, dem er den Namen „Syrakusia" gab, mit 60000 Mass Getreide, 10000 Fässern Gesalzenem, 20000 Centnern Wolle, und mit ehen so viel anderen Lasten. Hierzu kam noch der Vorrath für die Bemannung. So schickte Hiero das Schiff nach Alexandria in Aegypten, um damit dem Ptolemaeus Philadelphus ein Geschenk zu machen. Allda ward es umgetanft und erhielt den Namen „Alexandreia".

Dieser Koloss dürfte kaum den wirklichen praktischen Erfordernissen eines Seeschiffes Rechnung getragen hahen.

Die Grösse einiger Schiffe, die praktischen Zwecken dienten, war jedoch nicht viel geringer. So geschieht eines ägyptischen Kornschiffes „Isis" Erwähnung, das drei Masten, eine Länge von 180 Fuss, eine Breite von 45 Fuss und eine Tiefe von 43,5 Fuss besass und dessen Tragfähigkeit von Breusing auf 2670 Tonnen herechnet worden ist.

Im Anschluss an die Beschreibung der Seeschiffe ist die Frage zu behandeln, welche Vorkehrungen im Alterthum für die Erbauung der Schiffe (Werften) und das Docken derselben vorhanden waren.

Die Schwierigkeiten und Mühen, die mit dem vom Stapellassen der grossen Schiffe verbunden waren, müssen den Wunsch zur Erleichterung dieser Arbeit hervorgerufen hahen. Archimedes soll zuerst die Winde, deren Erfindung demselben zugeschrieben wird, zu diesem Zweck benutzt haben, und zwar, wie bereits oben angeführt, um das ausserordentlich grosse Schiff „Syrakusia" in das Meer zu schaffen.

Aus einer Stelle im Athenaeus schliesst Hirt, dass Dockanlagen im Alterthum bereits zur Ausführung gekommen sind. An jener Stelle wird beschrieben, wie viele Unkosten es verursachte, das von Ptolemaeus Philopater erbaute

Schiff vom Stapel zu lassen. Zu dem Bau dieses Schiffes machte man eine Grundlage in der Form eines Rostes, von welcher Unterlage aus das Fahrzeug mit Hilfe vieler Menschen in die See gelassen wurde. Später sollte das Schiff wieder aus dem Wasser auf das Trockene geschafft werden. Zu diesem Zwecke habe sich ein Phönizier das Folgende ersonnen: Er liess am Hafen eine Vertiefung, der Grösse des Schiffes entsprechend, ausführen, belegte den Grund mit Steinen und stellte um das Ganze einen mit Quadern belegten Damm her von 5 Ellen Höhe. Dann ward der ganze Boden mit Planken belegt, die mit einander verbunden wurden und die eine Elle hoch lagen. Nach Fertigstellung wurde das Meer eingelassen und das Schiff hineingefahren, hierauf der Eingang geschlossen, das Bassin leergepumpt, sodass das Schiff trocken auf den Planken zu stehen kam.

Im allgemeinen war jedoch ein Docken der Schiffe nicht üblich. Von den griechischen Häfen und speciell von den Häfen im Piraeus wissen wir, dass hier eine grosse Anzahl Schiffsschuppen zur Aufnahme der Fahrzeuge vorhanden war.

Jeder dieser Schuppen nahm ein ausser Dienst gestelltes Schiff auf. Die Schiffe wurden mittelst Flaschenzügen und untergelegten Walzen auf das Trockene geschleppt und in die Schuppen geschafft, um so gegen den Einfluss der Sonne, des Regens, des Bohrwurms und gegen das Bewachsen geschützt zu werden.

Das Rhedereigeschäft war im Alterthum ein sehr gewagtes, da es keine Versicherungsgesellschaften gab und zu den Gefahren von Wind und Wellen die durch die Piraten verursachten hinzukamen.

Ueber die Betriebsweise des römischen Rhedereigeschäftes liegen vielfache Mittheilungen vor. Die Form, in welcher dieses Geschäft betrieben wurde, war meistens die der Aktiengesellschaft. Diese Form ermöglichte eine allgemeinere Betheiligung und verringerte namentlich das überaus grosse Risiko, das mit der Rhederei verbunden war. Getreide war ein Haupthandelsartikel, über dessen Transport die Handelsgesellschaften mit dem Staat Kontrakte abschlossen. Im Laufe der Zeit verwandelten sich diese letzteren Gesellschaften in dienstbare Körperschaften, welche bestimmten Vorschriften unterlagen. So musste die Zahl der Mitglieder eine bestimmt begrenzte bleiben, und es war weder diesen noch ihren Nachkommen gestattet, aus der Gesellschaft auszutreten.

Die Ausübung des Strandrechts gegen Schiffbrüchige wurde, trotz aller Gegenbemühungen der römischen Kaiser, namentlich eines Hadrian, Antonius Pius und Marc Aurel, von den Uferbewohnern als ihr gutes Recht betrachtet. Die Schiffbrüchigen wurden häufig als Sklaven verkauft. Nur an wenigen Stellen gaben Leuchtfeuer den Seefahrern einen zuverlässigen Anhalt, nicht selten zündeten die Küstenbewohner, wie noch viele Jahrhunderte später, Lichter an, um das Stranden von Schiffen absichtlich herbeizuführen.

Schon frühzeitig schlossen verschiedene Völker, wie die Karthager und Etrusker, Handelsverträge über gegenseitige Einfuhr ab. Dabei müssen auch

die Häfen oder Emporien bestimmt oder wenigstens den Schiffern bekannt gewesen sein, wo die Einfuhr der erlaubten Handelsartikel stattfinden durfte und die Ausladung der fremden Waaren überwacht werden konnte.

Das Wort Emporium bedeutet einen Platz, an dem Handel, namentlich Seehandel getrieben wird, und hat, wie das deutsche Wort Markt, verschiedene, weitere und engere Bedeutungen. Im weitesten Sinne bedeutet es eine grosse Handelsstadt überhaupt, in engerer Bedeutung bezeichnet es den gesetzlich bestimmten, privilegirten Stapelplatz eines Staates, d. h. einen Hafen, in welchem mit Ausschluss der übrigen Häfen der Seehandel mit fremden Nationen und die Einfuhr ausländischer Handelswaaren gestattet war. So war der Piraeus zur Blüthezeit Athens das Emporium von ganz Attica, und der einzige Hafen desselben, in dem fremdes Getreide eingeführt werden durfte.

Lag nämlich eine Handelsstadt, wie dieses für Rhodus und Alexandria zutrifft, unmittelbar am Meer, oder war der Hafenort gross genug, wie der Piraeus, so wurde ein passend gelegener Theil des Hafens und der Ufer für den auswärtigen Verkehr bestimmt und dementsprechend abgegrenzt. Hier wurden das Hafen- und Zollamt, die Börse, das Handelsgericht, Kaufstellen und Entrepots, Gasthäuser, Herbergen, Kaufläden und andere Anstalten zur Erleichterung des Handels und zur Bequemlichkeit der Seefahrer angelegt.

Ueber die antiken Zollverhältnisse ist das Folgende anzuführen:

Die Zölle bildeten in allen griechischen Staaten die Haupteinnahmequelle. Man unterschied Einfuhr- und Ausfuhrzölle, ausserdem war für fremde Schiffe ein Hafengeld (Hafenzoll) zu entrichten. Alle Einfuhr und Ausfuhr unterlag dem niedrigen Zoll von zwei Procent. Von den eingehenden Waaren wurde das Gefälle beim Ausladen entrichtet, für ausgehende Waaren vermuthlich beim Einladen. Der Zoll musste an die Pentekostologen in Geld entrichtet werden und wurde nicht selten an Unternehmer (auch Gesellschaften) verpachtet. Die Höhe der Pachtsumme war den Verhältnissen gemäss eine sehr verschiedene. So betrug z. B. der Hafenzoll von Rhodus gegen das Jahr 164 v. Chr. über 166 Talente (= 780000 Mark). Schmuggel zog die Wegnahme der Waare nach sich und konnte ausserdem noch bestraft werden.

In Italien waren Zölle bereits unter den Königen zur Einführung gekommen. Die Zolleinnahmen wurden gewöhnlich an Private, publicani, verpachtet, womit man jeden bezeichnete, der mit dem Staate Geschäfte abschloss, und diese Verpachtung gehörte zu den stehenden Geschäften der Censoren. Die Accise wurde zwar später auf eine kurze Zeit abgeschafft, doch gab es seit Cäsar wieder einen Einfuhrzoll für fremde Waaren. In der Kaiserzeit wurde die Reichsgrenze den genauesten Zollbestimmungen unterworfen. Manche Waaren, wie rohes und verarbeitetes Eisen, Waffen, Wein, Oel, Getreide, Salz und Gold durften überhaupt nicht ausgeführt werden. Alle eingeführten Waaren waren zollpflichtig. Ausser der Zoll-Linie an der Reichsgrenze bestanden auch für einzelne Provinzen oder Komplexe derartige Zollschranken, sodass der

Waarentransport durch das römische Reich in dieser Beziehung mannigfachen Erschwerungen ausgesetzt war. Für die indischen und arabischen Waaren wurde in Syene eine Eingangssteuer und in Schedia bei Alexandria, in der Nähe der kanopischen Mündung, die durch einen Wasserbaum geschlossen und mit einem Militärposten besetzt war, sowie auch an allen anderen Nilmündungen eine Ausgangssteuer erhoben. In Syene mussten die Schiffe ausserdem Hafengeld und seit vorrömischer Zeit bereits eine Schiffahrtssteuer entrichten, die zur Unterhaltung des Strombettes und der Kanäle verwandt worden zu sein scheint. Der Zoll wurde nach Procenten von dem Werthe der Waaren erhoben, sodass also der Einkaufspreis bei den Accisestellen declarirt worden sein muss. Der Procentsatz war ein in den verschiedenen Gegenden sehr schwankender. So betrug derselbe z. B. in Spanien 2, in den illyrischen Provinzen $2^1/_2$, in Sicilien 5 vom Hundert. Im vierten Jahrhundert scheint der Zollsatz für alle Handelswaaren auf $12^1/_2$ Procent normirt gewesen zu sein.

Die Anforderungen, welche die Seeschiffahrt in ihrer ersten Entwicklung hinsichtlich der für sie am Lande zu treffenden Anlagen stellte, waren sehr gering. Dieselben gingen zunächst kaum über diejenigen hinaus, welche heute für Schifferboote beansprucht werden. Nach und nach steigerten sich die zu erfüllenden Ansprüche immer mehr, und es entstanden allmählich im Laufe der Zeit bei verschiedenen Völkern Hafenanlagen, die in ihren Trümmern noch die Bewunderung der Nachwelt hervorrufen.

Da von den antiken Völkern das phönizische am meisten zur Entwicklung der Seeschiffahrt beitrug, so ist es nur naturgemäss, dass bei diesem Volke auch die für diesen wichtigen Zweig erforderlichen Anlagen zuerst eine weitergehende Ausbildung erfuhren.

2. Hafenbauten der Phönizier.

Die Natur des Landes wies die Phönizier auf das Meer hin. Man hat häufig die reiche Gliederung der Küste als besonders fördernd für die Ausbildung der Seeschiffahrt gerühmt und oft genug die Vortrefflichkeit der hier entstandenen Häfen hervorgehoben. Demgegenüber betont Pietschmann die Thatsache, dass die gesammte Küste keine wirklich vortrefflichen Hafenstellen bot. Die Phönizier haben überdies in erster Linie nicht auf die Güte des Ankerplatzes gesehen, sondern diejenigen Stellen bevorzugt, die feindlichen Angriffen am wenigsten ausgesetzt waren. Keiner der Häfen gewährte ausreichenden Schutz vor den gerade am heftigsten tobenden Westwinden. Das Meer hat an der ganzen Küste entlang eine sehr heftige Brandung, die bis zu einer Wassertiefe von 84 m hinausreichen soll. Die Punkte, an welchen die berühmtesten phönizischen Küstenstädte Sidon und Tyrus liegen, waren die einzigen an dem Meere, an welchen von der Natur in etwas für die bescheidenen Erfordernisse der antiken Seeschiffahrt Sorge getragen war.

Das Gestein, aus dem der Untergrund der an die Küste stossenden Ebenen besteht, setzt sich eine Strecke weit in das Meer fort. Durch die fast unaufhörliche Brandung wird es zermahlen, und der Abraum breitet sich in den Tiefen aus; durch diesen Vorgang erklärt sich die Versandung, welcher die phönizischen Hafenstellen in so hohem Mafse ausgesetzt sind. Dass sich diese Versandung scheinbar im Alterthum weniger bemerkbar gemacht hat, führt Pietschmann darauf zurück, dass in jenem Zeitraum einerseits mehr Sorgfalt für die Abdämmung und Instandhaltung der Hafenplätze aufgewandt worden ist, andererseits, dass die Anforderungen an die Tiefenverhältnisse der Häfen weit geringer wie heutzutage waren. Die im Durchschnitt unbedeutenden Dimensionen der antiken Seeschiffe stellten bescheidene Anforderungen an Tiefe und Breite. So bemerkt auch Bastian: „Vergleicht man die Häfen des griechischen und phönizischen Altertbums mit denen unserer jetzigen Handelsmetropolen, Athen, Sidon, Tyrus mit Sidney, St. Francisco, Bombay, so erscheinen sie als ein Puppenspielzeug für die Kindheit der Geschichte, in richtigen Proportionen zu den Dimensionen des damaligen und des gegenwärtigen Verkehrs".

Die Phönizier schwangen sich nicht nur zu dem ersten Seeschiffahrt treibenden Volke des Alterthums auf, sondern sie wussten auch ihre Städte zu den Sitzen einer ausserordentlich blühenden und ausgedehnten Industrie auf dem Gebiet der Metallarbeiten, Glaswaaren, des Bernsteins und der Purpurfärberei zu machen. Hauptartikel des phönizischen Handels waren neben den genannten Industrieerzeugnissen: Galanteriewaaren, Aromaten und Sklaven. So verabscheuungswürdig der Sklavenhandel an und für sich ist, so lässt sich doch nicht leugnen, dass er im Alterthum am meisten dazu beigetragen hat, sowohl Handwerke als Künste weithin zu verbreiten, wie auch durch ihn in nicht geringem Mafse die Ergebnisse des Geistes, wie sie sich in so manchen reinen und edlen Ideen offenbaren, in ferne Länder verpflanzt worden sind. Ueberall wohin der Handel die Phönizier führte, trieben sie Sklavenhandel, denn in diesen ältesten Zeiten waren die in fremden Ländern Handel treibenden Kaufleute ausnahmslos gleichzeitig Sklavenverkäufer. Aber nicht nur auf dem Meere, sondern auch auf dem Lande wurde dieses Gewerbe betrieben, und phönizische Händler begleiteten die Armeen Alexander des Grossen bis Indien und kauften auf den Schlachtfeldern inmitten der Erschlagenen und des Kriegsgetümmels die Kriegsgefangenen auf. Wie ausgebildet dieser Handel war, geht daraus hervor, dass der syrische Feldherr Nikanor bei seinem Feldzug gegen die Juden im Makkabäerkriege in den Handelsstädten am Mittelmeer die in die Gefangenschaft gerathenden Juden im Voraus ausbieten liess und zwar zum Preise von 1 Talent (ist etwa 4500 Mark) für 90 Gefangene. Tausend Sklavenhändler stellten sich bei der syrischen Armee ein und führten die Fesseln für die in die Hände der Syrer fallenden Unglücklichen mit sich.

Von den phönizischen Städten war die älteste Sidon, welcher Name „Fischfang" bedeutet und auf die Thätigkeit hinweist, welche die Küstenbewohner

auf das Meer hinausgelockt hatte. Im 11. Jahrhundert v. Chr. trennte sich Tyrus als selbständiger Staat ab. Als drittgrösster Staat der Sidonier ist Aradus mit der auf einer Insel liegenden Hauptstadt gleichen Namens zu nennen. Von den sonstigen phönizischen Städten sind noch Byblus und Berytus anzuführen.

Der Hafen von Sidon war nach den überlieferten Beschreibungen ein breiter Doppelhafen, der in einer, die See in flachem Bogen auffangenden Krümmung des Gestades lag. Von der dreieckigen Landspitze, auf welcher Sidon stand, gehen nach Norden und Süden langgestreckte Felsbänke aus, von welchen die nördlichen eine Insel bilden. Die Ausdehnungen betrugen 240 und 130 m. Durch diese natürliche Gestaltung werden zwei Buchten gebildet, von welchen die südliche nur an der Westküste geschlossen ist, während die nördliche nicht nur durch die seewärts vorlagernde grosse Felsbank nach Westen, sondern auch durch eine Reihe kleinerer Felseninseln und Klippen nach Nordwesten hin geschützt ist. Hierdurch wurde der innere Hafen Sidons gebildet, dessen Dimensionen 200 und 570 m betrugen. Die Zwischenräume zwischen der Insel und den Klippen wurden durch starke Mauern aus grossen Werkstücken geschlossen und auf diesem Untergrunde hohe Dämme und Befestigungen errichtet, die sich auch über die grosse Felsbank an der Westseite erstreckten.

Zu noch grösserer Bedeutung wie Sidon schwang sich die jüngere Stadt Tyrus auf. Sie bestand aus der Land- und Inselstadt, Palätyrus und Inseltyrus: die Landstadt dürfte der ältere Theil gewesen sein. Die Verhältnisse der Küste bei Palätyrus waren für die Schaffung eines Hafenplatzes nicht günstig, da hier den Schiffen gegen den gefährlichen Südwind kein Schutz gewährt werden konnte, wohingegen die Insel die besten von der Natur geschaffenen Häfen aufwies, wie sich dieselbe auch in hohem Maſse zu dem Purpurschnecken- und Fischfang eignete. Die Landstadt hat ihre Entstehung und ihr Wachsthum der günstigen landschaftlichen Lage und den Häfen an der Insel zu verdanken. Die Insel war als blanker Fels und ohne Trinkwasser zur Anlage einer Stadt wenig geeignet, während die reichen, an der Küste vorhandenen, später noch näher zu beschreibenden Quellen, der fruchtbare Boden und die schöne Lage den Küstenpunkt zur Anlegung einer Stadt wie geschaffen erscheinen liessen. Die günstige Lage der Stadt wird von zahlreichen Schriftstellern des Alterthums in den verschiedensten Ausdrücken gepriesen, die Inselstadt wird von Ezechiel mit einem im offenen Meere schwimmenden Tarschischschiff verglichen, von den Dichtern wird sie „eine Stadt im Meere“, „eine im Meere badende Jungfrau“ u. s. w. genannt.

Nach den auf uns gekommenen Nachrichten bestand Inseltyrus (Abb. 116) im 10. Jahrhundert v. Chr. aus der Altstadt, dem Eurychorus oder der Vorstadt und der Neustadt, die auf einer besonderen kleinen Insel lag, welche durch König Hiram I. im 11. Jahrhundert mit der grösseren Insel verbunden worden war, aber früh durch Ueberschwemmungen und Erdbeben verschwand.

Die Insel war ursprünglich nackter Fels, alles eigentliche Land war künstlich angeschüttet. Hierdurch werden auch die Weissagungen des Propheten Ezechiel verständlich: „Ich mache dich zu einer verwüsteten Stadt, gleich den Städten, die nicht bewohnt sind, wenn ich die Meerestiefe über dich steigen lasse und die vielen Wasser dich bedecken", und von welchen eine zweite verkündete, dass nur ein blanker Fels zum Ausbreiten und Trocknen der Fischnetze von der Insel übrig bleiben werde. Die Aufschüttung der Insel im Südosten muss ein ganz riesenhaftes Unternehmen gewesen sein, musste doch das ganze ungeheure Erdquantum zu Schiff angefahren werden, da die Herstellung des Isthmus, durch welchen die Insel mit dem Festlande verbunden wurde, erst durch Alexander zur Ausführung kam. Die Tiefe dieser Anschüttung beträgt bis zu 18 Fuss. Krieg, Erdbeben und Ueberschwemmungen haben die hier von Menschen geschaffenen Werke wieder untergehen lassen. Der Verbindungsdamm zwischen den beiden Inseln scheint im dritten Jahrhundert n. Chr. verschwunden zu sein. Die kleinere, wieder losgetrennte Insel, auf welcher ursprünglich ein Heiligthum der Phönizier, der Melkarttempel gestanden hat, ist wohl erst im Mittelalter völlig im Meere versunken.

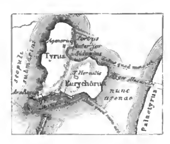


Abb. 116.
Lageplan von Tyrus.

Die Inselstadt besass mehrere Häfen; seit dem Mittelalter kennt man an der Nordseite deren zwei, den inneren und äusseren. Der äussere Hafen wurde durch eine Reihe Felsen gebildet, von ihm gelangte man in den inneren, welcher der sidonische hiess, an der entgegengesetzten Seite befand sich der ägyptische. Von diesen drei Häfen war der sidonische der bedeutendste. Derselbe lag innerhalb der Stadtmauern und bildete eine fast kreisförmige Bucht von 150 Schritt im Durchmesser, welches Becken die Natur gebildet hatte. Der Eingang zu diesem Bassin war sehr eng und in späterer Zeit durch eine Sperrkette geschlossen. Wie das sidonische, so besass auch das ägyptische Becken einen äusseren Hafen. Der ägyptische Hafen war auf der westlichen und südlichen Seite von einem 8 m breiten Damm eingeschlossen. Die mittlere Breite dieses Bassins betrug 75 m. Die Bekleidung des Dammes bilden grosse Massen von behauenen Steinen mit dazwischen liegenden Bruchsteinen, Kiesel und Backsteinen. Diese einzelnen Bestandtheile sind durch Gips mit einander verbunden. Von hier ging ein Kanal nach dem sidonischen Hafen. Wahrscheinlich im achten Jahrhundert, zu der Zeit als die Assyrer und Aegypter ihr Augenmerk auf die palästinische Küste richteten, wurde die Insel mit mächtigen Festungsmauern umgeben. Diese Mauern erhoben sich unmittelbar am Meer und bestanden aus grossen, in Gips verlegten Werkstücken. Auf der Ostseite

erreichten sie eine Höhe von 150 Fuss. Die Festungswerke und die sinnreiche Wasserversorgungsanlage ermöglichten es, dass Tyrus eine Belagerung von 13 Jahren durch Nebukadnezar auszuhalten vermochte. Die Stadt erholte sich von dem erhaltenen Schlage zwar wieder, aber das Anstürmen der Perser und namentlich die Belagerung durch Alexander gaben ihr den Todesstoss. Während das Bestreben Nebukadnezars darauf gerichtet gewesen war, die von ihm gegründete Hafenstadt Diridotis von der Konkurrenz des altberühmten Tyrus zu befreien, war angeblich verletzte Eitelkeit der Grund, welcher Alexander zu seinem Zerstörungswerk antrieb. Letzterer liess einen Damm zwischen dem Festlande und der Inselstadt schütten. Die Herstellung dieses Werkes erfolgte in der Weise, dass mit grossen Steinen belastete Balken und Sträucher versenkt wurden und auf diese die Erdmasse geschüttet wurde, die eine Abdeckung von Bohlen erhielt. Der Damm hatte nach Diodor eine Breite von etwa 61 m. Eine vollständige Versandung des ägyptischen Hafens im Laufe der Jahrhunderte blieb als Wirkung des Zerstörungswerkes Alexanders zurück. Nicht unerwähnt möge bleiben, dass die Ansichten über die Verhältnisse von Tyrus, sowohl der Hafenanlagen, als der Stadt selbst, sehr abweichende sind. Selbst die Existenz von Palätyrus zur Zeit Alexanders wird angezweifelt.

Die Stadt Aradus besass zwei Häfen. Die Anlagen waren durch drei Molen gebildet, die noch jetzt mehr oder weniger ihre ursprüngliche Konstruktion erkennen lassen, namentlich die mittlere Mole hat fast ganz ihren alten Charakter bewahrt. Dieselbe besteht aus Sandsteinblöcken von $16^1/_2$ Fuss Länge und fast 7 Fuss Breite und Höhe. Die Steine sind quer zur Längsrichtung verlegt. In beiden Häfen und an der Mittelmole sind Spuren von aus Konkret hergestellten Mauern erkennbar.

Strabo beschreibt die Stadt als einen vom Meer umspülten, auf einem hervorragenden Felsen von sieben Stadien Umfang liegenden Ort. Das Wasser musste aus Cisternen oder vom Festlande bezogen werden, in Kriegszeiten schöpften dagegen die Bewohner von Aradus das Wasser aus einer süssen Wasserquelle der Meerenge. Zu diesem Zwecke wurde von einem Boote aus über die Stelle des Meeresbodens, an welcher das Süsswasser hervorquoll, ein aus Blei verfertigter Mantel gesenkt, an dessen oberem, spitzen, mit einer Oeffnung versehenem Ende ein aus Leder gearbeiteter langer Schlauch angebracht war. In diesem Schlauch stieg das aufquellende Wasser bis über den Meeresspiegel empor, woselbst es in Gefässen aufgefangen wurde.

Von der einstigen kolossalen Ummauerung sind noch Ueberreste vorhanden, die sich an einzelnen Stellen bis zu 40 Fuss erheben. Es finden sich Steine von 15 bis 20 Fuss Länge. Die Werkstücke sind auf der Insel gebrochen und ein Beweis der einstigen Macht von Aradus.

Die von den Phöniziern gegründeten zahlreichen Kolonien gaben die Veranlassung zur Anlegung einer grossen Anzahl Hafenstädte ausserhalb des Landes.

Von diesen Hafenstädten ist an erster Stelle Karthago zu nennen, neben welchem bereits früher Hippo Zarytus, Utica, Tunes, Hadrumetum, Tapsus durch die Phönizier entstanden waren.

In der Folgezeit ging von Karthago die Kolonisation des westlichen Mittelmeergestades aus. Karthago erhob sich zur reichsten Stadt der Welt und war eine Zeit lang deren Mittelpunkt, in dem sich alle Künste und Techniken in ihrer grössten damaligen Vollendung vereinigten.

Das Aneinanderstossen der Interessensphären der Römer und Karthager hatte den Kampf um die Weltherrschaft im Gefolge. Der unglückliche Ausgang des zweiten punischen Krieges brach die Weltstellung Karthagos. Erst als der Pflug über die Stätte der einstigen Macht und des ungeheuren Glanzes dahinzog und Grund und Boden auf ewige Zeiten verwünscht waren, fühlten sich die Römer vor der Rivalin sicher.

Als Ausgangspunkt der Entwicklung der Stadt wird die Byrsa, die Akropolis Karthagos betrachtet. Von den vielen antiken Beschreibungen Karthagos wird diejenige Appians für die zutreffendste gehalten.

Sie lautet folgendermassen:

„Karthago lag an dem grossen Meerbusen von Afrika und war so vom Meere umgeben, dass es die Gestalt einer Halbinsel hatte, und der Isthmus, welcher es vom Festlande trennt, war 25 Stadien (= 4600 m) breit. Eine lange Landspitze erstreckte sich gegen Westen, die, indem sie sich ins Meer vorschob, es vom Sumpflande trennte und auf allen Seiten von Felsen und einer einfachen Mauer eingeschlossen war. Gen Süden und nach dem Festlande zu, wo die Citadelle, Byrsa genannt, stand, zog sich eine dreifache Mauer von 30 Ellen Höhe, die mit Brustwehren und Thürmen in Zwischenräumen von zwei Morgen flankirt war, hin. Ihr Grundbau war 30 Fuss tief und 4 Stockwerke hoch, so aber, dass die Mauern nur bis zum zweiten Stock reichten; sie waren aber gewölbt, und zwar in solchem Umfange, dass sie unter der Erde Stallungen für 300 Elephanten und über diesen für 4000 Pferde hatten, nebst allem, was zu ihrer Nahrung und Verpflegung nöthig war. Ausserdem waren noch Wohnräume für 20000 Mann Fussvolk und 4000 Reiter darin; kurz, alle die gewöhnlichen Kriegsbedürfnisse waren in ihren Mauern enthalten. Es gab nur eine einzige Stelle, wo die Stadtmauern sowohl niedrig als auch schwach waren, und dies war der vernachlässigte Winkel, welcher an der zuvor erwähnten Landspitze begann und bis zu den Häfen reichte. Sie besassen zwei Häfen, die so angelegt waren, dass ein Schiff leicht von einem zum anderen gelangen konnte, und gleichwohl hatten beide nur einen Eingang durch eine Wasserstrasse von 66 Fuss Breite, die mit Ketten gesperrt ward. Der erstere war für die Kauffahrer, und dort gab es zahlreiche Quartiere von mancherlei Art für das Schiffsvolk; der andere, welcher der innere Hafen war, war den Kriegsschiffen angewiesen und in der Mitte desselben lag eine Insel, die ebenso wie der Hafen von gewaltigen Quais umgeben war, welche Behält-

nisse und Schutzdächer für 220 Schiffe enthielten, und über ihnen waren Magazine und Schiffswerkstätten. Die nach vorn (dem Wasser) gekehrten Seiten trugen ringsum zwei Reihen jonischer Marmorsäulen, sodass das ganze Rund sowohl des Hafens, als der Insel auf beiden Seiten zwei prachtvolle Säulengänge darbot. Auf dieser Insel stand der Palast des Admirals, von wo aus er Alles übersehen konnte. Die Insel lag dem Eingange des Hafens unmittelbar gegenüber, der sich ziemlich weit nach vorwärts (nach dem Meere) ausdehnte, sodass der Admiral Alles, was auf dem Meere in grosser Entfernung sich zutrug, erkennen konnte, während man auf der See nichts was drinnen vorging wahrzunehmen vermochte. Ja, es konnten selbst die Kauffahrer in ihrem Hafen die Kriegsschiffe nicht sehen, weil derselbe vom Innenhafen durch eine Doppelmauer geschieden war. Sie hatten sogar ein besonderes Thor von ihrem Hafen nach der Stadt."

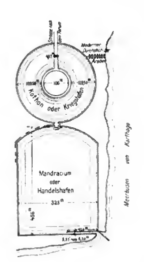


Abb. 117.
Lageplan der Häfen von Karthago.

Die Ansichten der neueren Forscher über die Einzelheiten Karthagos gehen sehr auseinander.

Beulé glaubt die genaue Lage der verschiedenen Häfen und speciell diejenige des Kriegshafens ermittelt zu haben. Die auch von Appian erwähnte Insel hatte hiernach einen Durchmesser von 106 m. Nördlich von ihr führte ein Weg nach dem Forum. Der Damm besass in der Mitte eine Durchfahrt für Barken von 4,55 m Breite. Im Süden glaubt Beulé eine Landungstreppe entdeckt zu haben. Diese aufgefundenen Anlagen werden für römische Werke nach dem Vorbild der Karthager gehalten. Der Boden besteht aus einem thonigen Sandstein, in welchen die Hafenbecken eingearbeitet worden waren.

Der Eingang zu dem Handelshafen war zur Römerzeit sehr schmal, früher soll hier eine 20 m breite Einfahrt gewesen sein, die mit Ketten gesperrt werden konnte.

Abb. 117 giebt ein Bild der Hauptanlagen nach Beulé.

Unter den phönizischen Kolonien nahmen nächst Karthago diejenigen an der südwestlichen Küste Siciliens den hervorragendsten Rang ein. Der Mittelpunkt war hier die Stadt Motye, auf der kleinen Insel S. Pantaleo. Die Lage war eine sehr günstige, da der Hafen durch die vorliegende Inselgruppe und durch das Cap Lilybaeum geschützt wurde. Das Hafenbecken war so geräumig, dass es die grössten Flotten bergen konnte. Die im Süden belegene Einfahrt war dabei so eng, dass mit Hilfe weniger Schiffe feindlichen Flotten der Zugang versperrt werden konnte.

Auf dem Eilande entwickelte sich ein emsiges Treiben, Motye wurde der Stapelplatz für Felle und Häute, sowie Wolle; hier lagerten Weine, Salz, Korn, Leim und Thon. Grosse Purpurfabriken, Webereien und Färbereien entstanden; daneben wurde die Herstellung von Schmucksachen aus Korallen, Muscheln und Alabaster in umfangreicher Weise betrieben. Neben Panormus blieb Motye auch noch in der Zeit, als bereits die Griechen festen Fuss auf Sicilien gefasst hatten, der Hauptstützpunkt der Kathager.

Von der Insel aus bauten die Motyener nach dem Festlande einen sechs Stadien langen Damm, dessen Spuren noch jezt erkennbar sind. Bei der Belagerung Motyes durch Dionysios von Syrakus wurden neue Dämme nach der Insel hinüber geschüttet. Die Architekten und Ingenieure mussten zuvor genaue Untersuchungen über die Tiefenverhältnisse der See anstellen und die günstigen Punkte für die Schüttung der Dämme ermitteln. Motye erlag (392 v. Chr.) nach langer hartnäckiger Gegenwehr. Trotzdem Himilkon die Stadt in dem darauffolgenden Jahre zurückeroberte, ward sie nicht wieder aufgebaut, vielmehr Lilybaeum gegründet.

Der oben erwähnte Damm der Punier war gegen das Land durch ein Thor abgegrenzt, das noch erhalten ist. Dasselbe ist aus langen, aber nicht hohen Quadern erbaut, deren Zwischenräume durch kleine Steine ausgefüllt sind.

Der antike Hafen Lilybaeums befand sich aller Wahrscheinlichkeit nach auf der Nordseite. Durch die eingetretene natürliche oder künstliche Versandung ist die Erforschung der früheren Verhältnisse ausserordentlich erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht. Lilybaeum war in römischer Zeit der Ueberfahrtshafen nach Afrika, speciell nach Karthago.

3. Hafenbauten der Griechen.

Die Griechen wurden viel später wie die Phönizier, ihre Lehrmeister in so vielen Dingen, ein Schiffahrt treibendes Volk. Es ist daher erklärlich, dass durch die Griechen auch erst viele Jahrhunderte später Anlagen geschaffen wurden, welche mit dem Ausdruck Hafen bezeichnet werden können. Griechenland ist zudem von der Natur mit einer ausserordentlich grossen Anzahl natürlicher, für die Schiffahrt und namentlich die antike Schiffahrt durchaus geeigneter Buchten beschenkt. Die Abb. 118, die Lage von Pylos wiedergebend, lässt bei *K* eine derartige Bucht erkennen. Die Griechen schritten daher in der Frühzeit nur dann zu künstlichen Wasserbauten, wenn solche absolut erforderlich wurden. Man glaubt, dass man zu den ältesten Schöpfungen dieser Art die zum Schutze und zur Verbesserung des Hafens von Pylos auf der Westküste von Messenien erbauten Mauern rechnen kann. In Abb. 118 ist die Mole mit *B* bezeichnet; *O* ist die Rhede des jetzigen Navarin, *E* die Akropole von Pylos, welche Trümmer von Cisternen enthält. Die von dem Wellenbrecher erhaltenen

Ueberreste stellen die Abbildungen 119 und 120 dar. Sowohl dieses Werk, wie die antiken Hafenanlagen von Methone sind in pelasgischer Art und Weise hergestellt. Ueber die Geschichte der letzteren Hafenstadt berichtet Pausanias.



Abb. 118.
Lageplan von Pylos.

Methone, an der Südwestspitze von Messenien belegen, war die Zufluchtsstätte der durch den König von Argos vertriebenen Bewohner von Nauplia. Diese Kolonie liessen die Messenier bis zur Zeit Epaminondas bestehen. In späterer Zeit befreite Kaiser Trajan Methone von der Herrschaft Messeniens. Die Natur hat an dieser Stelle durch die Schaffung einer Klippenreihe gleichsam einen

abgeschlossenen und geschützten Hafen gebildet, den man durch Kunst weiter ausgestaltete. Abb. 121 zeigt einen Grundriss des Hafens, *A* bezeichnet das Ende des Wellenbrechers; die Einzelheiten dieses Punktes sind aus den Abb. 122—125 genau zu erkennen. Bei *B*, Abb. 121, befindet sich ein auf den Felsenriffen erbautes Fort der neueren Zeit, bei *C* das Stadtthor. An der



Abb. 119.
Ueberreste des Wellenbrechers von Pylos. Ansicht.

Stelle *D* sind Ueberreste der alten Festungsmauer vorhanden, deren genauere Anordnung Abb. 124 zeigt. Abb. 125 giebt ein Bild des gesammten Hafens.

Auch bei Petalidi, dem antiken Corone, sind ziemlich weit in das Meer sich erstreckende Hafenmauern des Alterthums vorhanden, die auf den Felsenriffen gegründet sind.



Abb. 120.
Ueberreste des Wellenbrechers von Pylos. Grundriss.

Bei Oeniadae in Akarnanien findet sich ein kleiner, wohlgeschützter Hafen, der an seiner Ostseite aus dem Felsen gehauene Nischen für das bequemere Anlanden von Fahrzeugen aufweist, zu deren Festbinden grosse, broncene Ringe gedient haben sollen. An dem Hafenbassin zogen sich gemauerte Quais entlang.

Der alten Hafenmauer bei Larymna ist bereits bei Besprechung der Trockenlegung des Kopais-Sees durch die Minyer gedacht worden.

Das Vordringen der Griechen zur See und namentlich die Gründung der zahlreichen Kolonien in Kleinasien und Italien hatte die Anlegung einer grossen Anzahl künstlicher Häfen im Gefolge, von denen nicht wenige sehr bedeutende Werke der antiken Ingenieurtechnik waren. Zu nennen sind: Mytilene, Smyrna, Ephesus, Samos, Milet, Rhodos, Knidos, Orte, an welchen zum Theil die Griechen die Vorarbeiten der Phönizier übernahmen. sodann Cyzicus, Heraklea, Sinope, Trapezns, sowie auf Sicilien namentlich Syrakus und in Afrika Apollonia, das Emporium Cyrenes.

Die Westküste Kleinasiens ist ein Schauplatz, auf welchem sich eine bedeutungsvolle Periode der Entwicklungsgeschichte der Menschheit abspielte

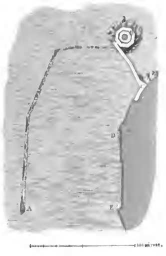


Abb. 121.
Lageplan des Hafens von Methone.



Abb. 122.
Spitze des Wellenbrechers von Methone. Grundriss.

und ein heftiger Kampf zwischen den orientalischen Mächten, welche ihr natürliches Anrecht an diesen Landstrich geltend machten, und den Griechen zum Austrag kam. Die Griechen fassten hier festen Fuss, und ihre Ansiedelungen erlangten ein solches Uebergewicht, dass zeitweise die europäische Bildung die orientalische Kultur auf asiatischem Boden zurückdrängte. Zwölf Städte entstanden hier, die hervorragende Pflegestätten von Kunst und Wissenschaft wurden und aus welchen eine grosse Anzahl der wichtigsten Erfindungen auf dem Gebiete der Baukunst hervorgingen. Von diesen Städten ist als eine der ältesten Ephesus zu nennen. Dieser Ort barg das weltberühmte Heiligthum der ephesischen Göttin (Artemis), ein vom Himmel gefallenes Idol aus Holz

mit vielfachen Zuthaten orientalischer Symbolik. In dieser Stadt erhob sich zur Zeit Alexanders an Stelle dieses uralten Heiligthums, das infolge des wahnsinnigen Frevelmuthes eines Menschen in derselben Nacht, in welcher dieser grosse Herrscher geboren wurde, in Flammen aufging, das Wunder der joni-

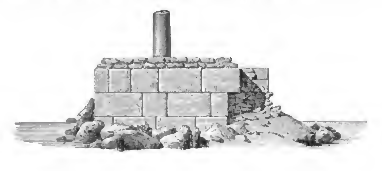


Abb. 123.
Ansicht der Spitze des Wellenbrechers von Methone.

schen Baukunst, der berühmte, durch den Baumeister Deinokrates erbaute Tempel. In den Mauern von Ephesus gründete der Apostel Paulus, der frühere Teppichwirker, eine christliche Gemeinde. Durch seine Predigten, von welchen sich die Kunde durch ganz Kleinasien verbreitete, untergrub Paulus das An-

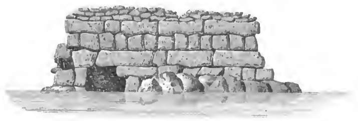


Abb. 124.
Methone, Ueberreste der Festungsmauer.

sehen der ephesischen Göttin derart, dass er den höchsten Zorn ihrer Priester erregte, und ein allgemeiner Aufstand ausbrach.

Seine erste Entstehung hatte das Heiligthum den Phöniziern zu danken, die es an dem Einfluss des Kaystros in das Meer anlegten. Kriegerische Jungfrauen führten in demselben zu Ehren der Göttin Waffentänze und blutige Wettkämpfe auf. Das kleine Küstenheiligthum entwickelte sich in der Folgezeit

zu dem bedeutenden Tempel, dessen Jahresfeste zahlreiche Menschen herbeiführten und vielbesuchte Messen im Gefolge hatten. Die ephesischen Priester beuteten seit der ältesten Zeit die günstige Lage ihres Ortes aus, welcher der früheste Umschlagspunkt des Land- und Seeverkehrs und der bequemste Hafenort des cistaurischen Kleinasiens war. Ephesus wurde der Mittelpunkt eines der kleinasiatischen Priesterstaaten.

Der Kaystros bewirkt in besonders starkem Mafse Landanschwemmungen an der Küste; die grosse an dieser Stelle vorhandene Niederung ist sicherlich einst Seeboden gewesen und durch Anschwemmung entstanden. Die Stadt hätte bereits im Alterthum einen völlig binnenländischen Charakter gehabt, wenn nicht ein mit dem Meere in Verbindung stehender Hafen künstlich hergestellt worden wäre, der sich zwischen den beiden Anhöhen Koressos und



Abb. 125.
Ansicht des Hafens von Methone.

Pion in das Land hineinzog. Der Kampf gegen das mächtig anwachsende Alluvium wurde von den Ephesern Jahrhunderte hindurch geführt; mit aller Macht suchte man den Zusammenhang des Heiligthums mit der See durch künstliche Bassins und Wasserwege aufrecht zu erhalten. Die Sorge für diese Anlagen gehörte zum Tempeldienste. Das Amt des Vorstehers der Wasserbauarbeiten war eines der angesehensten. Als endlich dennoch der unmittelbare Seeverkehr unmöglich geworden war, legte man an der offenen Küste ein Artemision an, d. h. gleichsam eine Filiale des oberen Tempels. Unter priesterlicher Aufsicht wurden auch die zur Bewässerung der Ländereien dienenden Wasserbauten ausgeführt. Kanäle und Lagunenbrücken brachte man der Göttin als Weihgeschenke dar.

Den Griechen gelang es erst nach langen Kämpfen, in welchen die Amazonen eine bedeutende Rolle spielten (etwa 1040 v. Chr.), hier festen Fuss zu

fassen. In der Folgezeit bildete sich hier, da zwischen den eindringenden Griechen (Joniern) und den Altephesern Verträge beschworen wurden, ein Doppelstaat aus, der seine Macht über Samos und die umliegenden Inseln ausdehnte. Nach den neueren Forschungen scheint es jedoch kaum mehr angängig, die von Curtins aufgestellte Annahme einer Doppelstadt aufrecht zu erhalten. Es würde zu weit führen, hier die einzelnen weiteren Phasen der Geschichte von Ephesus zu verfolgen. Jahrhundertelang machten sich hier die grossen Gegensätze der antiken Welt, hellenisches Staatsleben und asiatische Hierarchie geltend. Xerxes und Alexander, Lysimachos, Antonius und Octavius liessen Spuren ihres Eingreifens in die Geschichte der Stadt zurück. Unter Alexander wurde in der Nähe des neuerbauten Tempels ein Pilgerhafen künstlich ausgetieft, mit Hallen umgeben und mit ausserordentlicher Mühe in Stand gehalten. Zu jener Zeit lag der Tempel bereits sehr weit vom Meer entfernt, aber nach wie vor sollte er von der See erreichbar bleiben. Mühselig wurde durch Lagunen und Kanäle diese Verbindung aufrecht erhalten.

Lysimachos, Alexanders Feldherr, dem nach der Schlacht von Ipsus (301 v. Chr.) Vorderasien diesseits des Taurus zufiel, gab der Stadt eine neue Gestalt, wodurch es ihm gelang, eine Trennung der weltlichen und geistlichen Macht durchzuführen. Der Genannte liess nämlich während der Regenzeit die Abzüge der Niederung sperren, wodurch er eine Ueberschwemmung des Tieflandes herbeiführte, sodass die Uebersiedelung nach den hochgelegenen Abhängen des Pion eine Nothwendigkeit wurde. Unter diesem Herrscher kam aller Wahrscheinlichkeit nach der Stadthafen zur Ausführung, der von dem Pilgerhafen am Artemision zu unterscheiden ist. Unter römischer Herrschaft wurde nach Curtius ein Theil dieses Hafens wegen der eingetretenen Verschlammung und um Platz zu gewinnen, zugeworfen. Benndorf setzt die merkwürdigen Ueberreste, die an dieser Stelle in der neuesten Zeit gefunden worden sind, in die Zeit Hadrians. Dieselben bestehen in den Trümmern einer weissmarmornen Quai- und Hallenanlage am innersten Rande des römischen Hafens, der im Grundriss die Form eines Sechsecks aufweist.

Die Versuche, die alten Wasserbauten dem Verkehr zu erhalten, erwiesen sich schliesslich dem immer mehr anwachsenden Alluvium gegenüber als aussichtslos. Den pergamenischen Königen wird eine unzweckmässige Aenderung der Kanalanlagen zugeschrieben. Nach Strabo war es Attalos II., der durch Eindämmung der Kanalmündung den Stadthafen vollständig verdorben hatte.

In Samos kamen unter der Herrschaft des Tyrannen Polykrates (540 bis 523 v. Chr.) bedeutende Ingenieurbauten, darunter die Hafenmauern (Abb. 126), zur Ausführung.

Samos hatte von allen griechischen Städten die bedeutendsten Hafenmolen. Von diesen Dämmen hatte der eine eine Länge von mehr als zwei Stadien und mass 20 Klafter vom Grunde aus. Was letztere Massangabe anbetrifft, so ist Fabricius (nach einer Mittheilung in der Archäologischen

Gesellschaft zu Berlin) auf Grund von Untersuchungen an Ort und Stelle der Ansicht, dass die von Herodot angegebene Zahl (20 Klafter = 35 Meter) eher zu gering als zu gross ist.

Rhodus, bekannt als hervorragende Pflegestätte von Kunst und Wissenschaft und eine der ersten Handels- und Hafenstädte des Alterthums, liegt an dem Nordende der gleichnamigen Insel. Wahrscheinlich eine Gründung der Phönizier, erreichte die Stadt durch die Griechen ihre höchste Blüthe, die in die Zeit von 332—118 v. Chr. fiel.

Bei dem Beginn der Geschichte von Rhodus waren die Inselbewohner Griechen, Dorier, welche Argos als ihre Mutterstadt betrachteten. Drei Städte

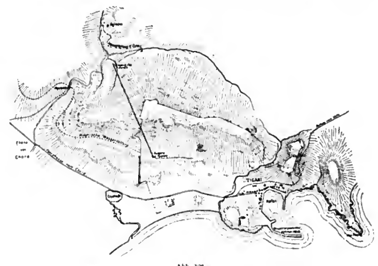


Abb. 126.
Lageplan von Samos mit der Wasserleitung des Eupalinos.

entstanden hier, Lindus, Jalysus und Camirus. Mit Cos und Cnidus bildeten die drei erstgenannten Städte eine religiöse Liga, die dorische Pentapolis. Zu diesem Bunde hatte einst Halikarnassus gehört, doch früh war diese Stadt ausgeschlossen worden.

Als die griechischen Städte des Festlandes in die Hände von Cyrus (546 v. Chr.) fielen, hatte Rhodus zunächst nichts zu fürchten, da die Perser keine Flotte besassen. Unter Darius (522—485 v. Chr.) fand man Rhodier bereits im Dienste der Perser. Im Jahre 431 v. Chr. kam Rhodus unter die Herrschaft der Athener, die in dem Kriege auf Sicilien (415 v. Chr.) die Rhodier sogar zwangen, sowohl gegen Syrakus, wie gegen ihre eigene Tochterstadt Gela zu kämpfen. Als nach der Niederlage der Athener auf Sicilien im

Jahre 414 v. Chr. ein allgemeiner Abfall ihrer Bundesgenossen stattfand, blieb Rhodus zunächst treu, doch sah es sich später gezwungen, ebenfalls mit den Athenern zu brechen. In der Folgezeit blieb dieser Staat während längerer Zeit, jedoch mit Unterbrechungen, der Macht Spartas unterthan. Es würde an dieser Stelle zu weit führen, das wechselvolle Geschick von Rhodus im Einzelnen anzuführen. Im Jahre 332 v. Chr. legte Alexander eine macedonische Garnison nach der Insel, die bis zu seinem Tode dort verblieb. Die Rhodier erklärten sich nach Alexanders Tode wiederum für unabhängig, und nunmehr begann die Glanzperiode der Stadt. Der Einfluss Rhodus wurde so bedeutend, dass es einen besonderen Münzfuss zu schaffen vermochte. In den Kämpfen der Diadochenzeit wusste die Stadt sich geschickt ihre Freiheit zu bewahren. Die Rhodier erlangten durch ihr kluges Verhalten ein allseitiges Ansehen, was besonders in dem Jahre 227 v. Chr., als ein Erdbeben die Stadt ganz ausserordentlich schwer beimgesucht hatte, hervortrat. Von allen Seiten ward diesem Handelsort Hilfe zu Theil. Der Einfluss und das Ansehen dieser Stadt gründeten sich nicht am wenigsten darauf, dass ihre Bewohner stets mit Erfolg für die allgemeinen Handelsinteressen einzutreten wussten und namentlich auch bemüht waren, das Piratenwesen zu unterdrücken. Die politischen Geschicke Rhodus gestalteten sich in der Folgezeit wiederum ausserordentlich verwickelt. Nach dem Kampfe der Römer mit Perseus (172—168 v. Chr.) suchten die Ersteren Rhodus dadurch zu schaden, dass sie Delos zum Freihafen machten. Ein Jahrhundert lang spielte dieser Hafen als Hauptsklavenmarkt eine grosse Rolle. An einem einzigen Tage wurden hier nicht selten 10000 Sklaven ausgeschifft und verkauft. Die Rhodier wussten sich später die Römer lange zu Freunden zu erhalten, unter Kaiser Claudius büssten sie 44 n. Chr. ihre Unabhängigkeit ein. Im Jahre 53 n. Chr. erhielten sie dieselbe zwar wieder zurück, unter Vespasian (69—79 n. Chr.) wurde Rhodus jedoch als römische Provinz dem Weltreich einverleibt.

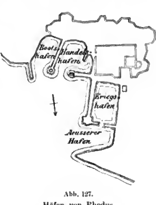


Abb. 127.
Häfen von Rhodus.

Die weltberühmten Häfen von Rhodus, Abb. 127, lagen auf der Ostseite der Insel, ungefähr 2 km von dem Ende derselben entfernt. Auf der Westseite lag die Akropolis. Der nördliche Hafen war der kleine, der südliche der grosse Hafen. Auf der West- und Südseite befand sich Land, an der Ostseite wurden Molen erbaut. Die in Abb. 127 wiedergegebenen Häfen zeigen dieselben nach den Aenderungen, welche die antiken Anlagen durch die Ritter

des hl. Johannes im Mittelalter erfahren haben. Die Grundlagen der Dämme wurden bei diesen Umbauten benutzt und sind zweifellos hellenischen Ursprungs. Die Länge der Mole des grossen Hafens (mit Handelshafen bezeichnet) betrug ungefähr 270 m. Der Hafen war den Nordwinden ausgesetzt, während der kleinere Hafen, in der Abbildung mit Kriegshafen bezeichnet, durch eine Landspitze hiergegen geschützt war. Die Mole dieses Hafens hatte eine Länge von 450 m. Da vielfach von einem dritten Hafen die Rede ist, so muss angenommen werden, dass dieser südlich der beiden anderen lag. Nach einigen Spuren glaubt man, dass die Mole dieses Hafens nach dem Khatar-Felsen lief. Die Lage der Hauptgebäude ist im allgemeinen unbekannt. Von dem Deigma weiss man, dass dasselbe in dem unteren Stadttheil in der Nähe der See lag. Ueberreste von antiken Strassen und von einer Brücke sind erhalten.

Die Einkünfte waren sehr bedeutend. Um 170 v. Chr. erreichten die Hafenabgaben den Betrag von einer Million Drachmen (= 800000 Mark). Nach der Erklärung von Delos zu einem Freihafen durch die Römer fielen die Abgaben ganz ausserordentlich und zwar auf 150000 Drachmen (= 120000 Mark). Welches Ansehen Rhodus zeitweise genoss, geht u. a. daraus hervor, dass selbst seine Seegesetze von Rom acceptirt wurden. Antoninus Pius äusserte: „Ich beherrsche das Land und das Gesetz beherrscht die See.“

Ueber die Vertheidigungsmittel von Rhodus ist, abgesehen von den eigentlichen Befestigungsanlagen, das Folgende anzuführen: Der kleine Hafen erhielt Sperrbäume und Vertheidigungsmaschinen, die am Hafeneingang placirt wurden. Auf der Mole des grossen Hafens wurden ebenfalls Vertheidigungsmaschinen aufgestellt. Als Mithridates (88 v. Chr.) Rhodus angriff und seine schwimmende Belagerungsmaschine Sambuca in Thätigkeit setzte, waren die Hafeneinfahrten durch Bäume gesperrt. Die Sambuca ereilte dasselbe Schicksal, wie manche andere der antiken Riesenbelagerungsmaschinen, sie versagte.

Die Rhodier verwandten auf die Unterhaltung ihrer Hafen- und Werftanlagen grosse Sorgfalt und Kosten. Wie in Karthago und an einigen anderen Orten, so wurde auch in Rhodus das unbefugte Betreten einzelner Stellen dieser Anlagen mit dem Tode bestraft. Die Kriegsschiffe lagen, wenn sie ausser Dienst waren, unter Schutzdächern. Nach dem Erdbeben im Jahre 227 v. Chr. wurden den Rhodiern ungeheure Quantitäten von Schiffsholz, Eisen, Blei, Pech, Seile und die sonst für den Schiffsbau und was damit zusammenhängt, nothwendigen Materialien zur Verfügung gestellt. Damals gaben die Frauen ihr Haar zur Anfertigung von Seilen her, die später als Sehenswürdigkeit den Fremden gezeigt wurden.

Die Stadt Cnidus, Abb. 128, besonders berühmt durch die Statue der von Praxiteles geschaffenen Venus, ist in technischer Beziehung sowohl durch ihre Häfen, wie durch ihre allgemeine Anordnung bemerkenswerth. Ihre Gründung führten die Bewohner auf Triopas zurück, der eine lacedämonische Kolonie an den Platz der späteren Stadt geführt haben sollte. Mit Cos,

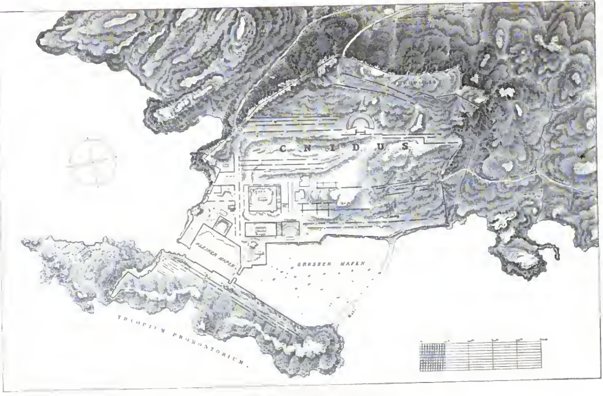


Abb. 128. Stadt und Häfen von Cnidus.

Lindus, Jalysus und Camirus bildete Cnidus wie erwähnt den Fünfstädtebund. Bereits im siebenten Jahrhundert v. Chr. blühte die Stadt und sandte Kolonien nach Italien. Bei dem Einfall des Satrapen Harpagus in Karien erblickten die Cnider ihre Rettung in der Herstellung eines Kanals, der ihre Halbinsel, an deren westlichstem Punkte die Stadt lag, von dem Festlande abtrennen sollte.

Herodot schreibt: „Als die Cnider nun mit allen Kräften daran arbeiteten, merkten sie, dass die Arbeiter in auffallender Weise, wie durch göttliche Fügung, an allen Theilen ihres Körpers verwundet wurden, zumal an den Augen, bei dem Sprengen des Felsens; da sendeten sie Abgeordnete gen Delphi, um das Orakel zu befragen, was denn ihnen entgegen sei. Die Pythia ertheilte ihnen darauf, wie die Cnider selbst angeben, folgenden Spruch:

„Setzt nicht Thüren an die Enge, noch ziehet hindurch einen Graben, hätte gewollt dies Zeus, er hätt' eine Insel geschaffen.“

Die von den Cnidern beabsichtigte Arbeit hätte die Durchstechung eines fünf Stadien langen vollständigen felsigen Terrains bedingt. Da sie das Vergebliche und Nutzlose eines Widerstandes einsahen, ergaben sie sich dem genannten Satrapen.

An der Stelle der Küste, wo Cnidus liegt, ist dieser eine Insel vorgelagert, die durch Bauwerke mit dem Festland in Verbindung gesetzt wurde, indem zwischen beiden zwei Häfen, der kleine und der grosse Hafen, angelegt und durch Molen abgeschlossen wurden.

Strabo giebt die folgende Beschreibung der Stadt: „Cnidus besitzt zwei Häfen, derjenige, welcher für die Triremen bestimmt ist, kann geschlossen werden, der andere hat ein Bassin, das zwanzig Schiffe aufzunehmen im Stande ist.“

Von den Hafenanlagen sind umfangreiche Trümmer erhalten, die erkennen lassen, welche mächtigen Bauten die Griechen bei der Anlage derartiger Werke zu schaffen vermochten. Der grössere Hafen besitzt eine Länge von etwa 600 m und befindet sich fast noch in demselben Zustande, in welchem die Römer, die späteren Herren von Cnidus, den Bau verlassen haben. Die Bekleidung der Hafenmauern ist noch vollständig erhalten. Die Form dieses Hafens ist ein Trapez, dessen kleinere Seite den Trennungsdamm der beiden Häfen bildet. In diesem Damm sind noch die Spuren eines einst vorhanden gewesenen Verbindungskanals erkennbar, der nach Texiers Ansicht geschlossen werden konnte. Der kleinere der beiden Häfen hat die Form eines unregelmässigen Fünfecks. Auch die Quaimauern dieses Hafens sind wohl erhalten. Am Hafeneingang befindet sich ein runder Thurm, der eines der schönsten Beispiele griechischer Konstruktionsweise sein soll. Auf dem linken Ufer liegen Gewölbe aus Ziegelmauerwerk, die zu Unterkunftsräumen für die Galeeren bestimmt waren. Die Länge der Molen hat je 136 m betragen.

Die Insel war einst vollständig bebaut. Die Strassen sind durch Terrassenbauten gestützt, deren Mauerwerk ein pelasgisches Aussehen hat. Als Material

hat zu den grossen Bauwerken von Cnidus Kalkfelsen Verwendung gefunden, aus welcher Felsart die ganze Insel besteht. Die Steine besitzen zum Theil ganz kolossale Abmessungen und sind ohne Mörtel versetzt. Während der nördliche Hafen vollständig versandete, ist der südliche auch jetzt noch kleineren Seeschiffen zugänglich.

Unter den pontischen Kolonien nahm Heraklea den ersten Rang ein. Die Stadt verdankte der Mahnung eines Orakels, dem Herakles eine Stadt zu bauen, ihre Entstehung. Die aristokratische Verfassung gab, wie an anderen Orten, so auch in Heraklea, zu vielen Parteiungen Veranlassung. In den mithridatischen Kriegen wurde die Stadt in die Kämpfe mit den Römern verwickelt, in deren Verlaufe sie geplündert und verwüstet, und ihre Einwohner als Sklaven verkauft wurden. Später gab Rom zwar die Kosten zum Wiederaufbau der Stadt und die Verkauften erhielten ihre Freiheit zurück, die Blüthe Herakleas war jedoch vernichtet.

Die Flotten der Herakleoten galten für die ausgezeichnetsten im Pontus und gaben in manchen Seeschlachten den Ausschlag. Von den einstigen Molenbauten sind noch Ueberreste vorhanden. Zu diesen Dämmen sind Steinquadern von 10 Fuss Länge verwandt. Die Distanz der beiden Molen von einander beträgt etwa 1500 Fuss.

Auch in Sinope und Amisus sind einzelne Ueberreste der einstigen antiken Molenbauten erhalten. Von den Quadern der Mole von Amisus haben viele eine Länge von 19 Fuss, eine Breite von 6 bis 8 Fuss und eine Dicke von 2 Fuss.

Auf Sicilien wurde wahrscheinlich um das Jahr 734 v. Chr. von den Korinthern die Kolonie Syrakus gegründet, die sich zu einer der grössten antiken Städte entwickelte. Seinen Höhepunkt erreichte dieser Ort unter dem älteren Dionysius, der bis 367 v. Chr. die Herrschaft inne hatte. Die erste Ansiedelung fand auf der Insel Ortygia statt. Zwischen dieser und dem Festlande befindet sich der Eingang zu einer geräumigen Bucht, die zu dem grossen Hafen von Syrakus ausgebildet wurde. Nordöstlich der Insel lag der kleine Hafen. Die Bevölkerung der Insel nahm allmählich so zu, dass das Festland für die Besiedelung mit beansprucht werden musste, die Verbindung wurde durch einen Damm mit Brücke bewerkstelligt. Die Stadt, welche eine grosse Zahl Kolonien aussandte, blieb bis zum Jahre 488 v. Chr. Republik, in welchem Jahre sie von Gelon unterjocht wurde. Unter dessen Herrschaft entwickelte sich Syrakus zur Grossstadt. Auf Gelon folgte dessen Bruder Hieron. In dieser Zeit machte die Entwicklung der Stadt weitere Fortschritte. Der Nachfolger Hierons, Thrasybulos, wurde vertrieben, und Syrakus ward wieder eine freie Stadt. Nach einem siegreichen Kampfe gegen die Athener gelang es Dionysios, sich zum Herrscher aufzuwerfen und die Macht bis zu seinem Tode aufrecht zu erhalten. Auch in den Kämpfen mit Karthago wusste sich Dionysios zu behaupten. Von den späteren Herrschern verdient besonders Hiero II.

(269—215 v. Chr.) Erwähnung, der Erbauer des beschriebenen Prachtschiffes. Bald nach seinem Tode bemächtigten sich die Karthager der Stadt, die alsdann ein Kampfobjekt zwischen diesen und den Römern wurde. Im Jahre 212 v. Chr. fiel sie den Letzteren in die Hände. In dem Belagerungskampf spielten die von Archimedes gebauten Maschinen eine Rolle.

Die Hafenanlagen von Syrakus bestanden aus dem grossen und dem kleinen Hafen. Der grosse Hafen ward, wie bereits erwähnt, durch eine grosse natürliche Bucht gebildet. Der Eingang hat die bedeutende Breite von 1050 m. Man glaubt, dass früher die Halbinsel Maddalena weiter nach Norden reichte, ja dass vielleicht einst Ortygia mit dem Festlande zusammenhing. Die Oberfläche dieses, seinen Namen mit Recht verdienenden Hafens misst 332 Hektar. Die einzelnen Punkte der antiken Anlagen sind noch immer nicht mit absoluter Sicherheit bestimmbar, sodass man nach wie vor zum Theil auf Vermuthungen angewiesen ist. Thukydides (geb. 460 v. Chr.) giebt an, dass das Arsenal im Süden des Stadttheils Achradina lag. Man hält diese Angabe für zutreffend und betrachtet diesen Theil des Hafens, sowie den zwischen der Insel Ortygia und dem Festlande befindlichen Kanal als einst zu dem Arsenal gehörend. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass derselbe von sehr grosser Bedeutung war. Nördlich von ihm und von Ortygia liegt. ziemlich am Südende von Achradina, eine kleine Bucht. Sie bildete den kleinen Hafen, der jedenfalls zum Arsenal gehörte. Dieser kleinere Hafen war an seinem Eingang durch eine Landspitze gesichert. Im inneren Theil zieht sich die Bucht spitz zusammen. Durch den Kanal wäre es demnach möglich gewesen, aus diesem kleinen Hafen, ohne das Meer zu berühren, in den grossen zu gelangen, und diese Verbindnng muss, wenn sie thatsächlich vorhanden war, von der grössten Wichtigkeit gewesen sein. Manche Forscher sind der Ansicht, dass die Angabe des Strabo von einer festen Verbindung des Festlandes mit der Insel nicht zutreffe, da eine solche die unbeschränkte Benutzung des Kanals ausgeschlossen haben würde, und weil, wenn hier etwa eine Klappbrücke bestanden hätte, diese Konstruktion jedenfalls von einem Schriftsteller erwähnt worden sein würde. Andere Forscher glauben die Annahme, dass früher der Binnenhafen keinen direkten Zugang vom Meere gehabt hat, nicht unbedingt zurückweisen zu dürfen. In diesem Falle würde Ortygia mit dem Festlande unmittelbar verbunden gewesen sein, der Binnenhafen wäre alsdann nur von dem grossen Hafen aus zugänglich gewesen.

Von dem grossen Emporium Cyrenes, Apollonia, sind noch einzelne Reste der einstigen Hafenanlagen erhalten, so die Grundmauern der alten sich weit in das Meer erstreckenden Mole. Die spätere Römerherrschaft hat in zahlreichen Inschriften Spuren ihrer Wirksamkeit zurückgelassen.

Die Zeit der Seekriege mit den Persern gab den Anstoss zur Erbauung eines grösseren Hafens in dem eigentlichen Griechenland, und zwar war es Themistokles, auf dessen Drängen die Hafenbauten des Piraeus in Angriff ge-

nommen wurden. Nur mit List war es ihm möglich gewesen, die Befestigungsanlagen zu Stande zu bringen, da die Spartaner solche nicht dulden wollten. Bis zum 5. Jahrhundert v. Chr. war die phalerische Bucht, der Phaleron, der Schiffsliegeplatz von Athen gewesen. Die Hafenanlagen, welche im Piraeus entstanden, erlangten eine grosse Ausdehnung. Sie wurden vollständig mit Befestigungsanlagen umgeben, sodass hier ein mächtiger Kriegshafen sich bildete, der unter Perikles einen weiteren Ausbau erfuhr. In den Jahren 460—456 v. Chr., beim Beginn der Fehden mit Korinth, Epidauros und Aegina, wurden die oft genannten langen Mauern erbaut, durch welche die Verbindnng des Piraeus mit Athen und zwischen dem Phaleron und der Stadt hergestellt wurde. Die dritte mittlere Mauer wurde auf Perikles Drängen errichtet und zwar unter Aufsicht des Architekten Kallikrates, der diesen Bau als Unternehmer ausführte. Nach der Niederlage Athens im Jahre 404 wurden die Mauern, die Befestigungswerke und die Schiffshäuser des Hafens niedergelegt, um jedoch bald wieder aufs Neue zu erstehen, und zwar durch Konon, den Anführer der persischen Flotte im Piraeus. Bald darauf fiel Griechenland in die Hände der Macedonier, später in die der Römer und nach dem verunglückten Versuch, sich im Bunde mit dem pontischen König Mithridates des römischen Joches zu entledigen, wurden im Jahre 86 v. Chr. die Befestigungen des Piraeus auf Sullas Befehl für immer geschleift. Die Schiffshäuser, sowie das viel bewunderte Zeughaus des Philon, wurden niedergebrannt.

Die Befestigungsmauern des Piraeus folgen an der Seeseite der Küstenlinie in einem Abstand von 20—40 m; sie sind aus Kalkstein sorgfältig gefügt und haben eine Stärke von 3—3,6 m. Das Innere derselben bestand aus Erde und Steinbrocken. In Abständen von 50—60 m springen etwa 6 m breite Thürme um 4—6 m vor. Mörtel ist bei diesen Anlagen nicht zur Verwendnng gekommen. Auf die Einzelheiten dieser Befestigungsanlagen kann hier nicht eingegangen werden, und wird in dieser Beziehung auf die Werke von Hirschfeld, G. v. Alten und Kaupert verwiesen.

Abb. 129 stellt den Piraeus nach den Angaben Hirschfelds dar. Neue Forschungen haben zu einer Richtigstellung dieses Planes an einzelnen Stellen geführt, doch sind diese Ergebnisse in technischer Beziehung nicht so weittragend, dass die Zeichnung nicht für den vorliegenden Zweck Verwendung finden könnte.

Der Piraeus ist ein vielfach eingeschnittenes, felsiges Gelände aus festem Kalkstein, das mit dem Festlande durch angeschwemmtes Land verbunden ist. Dieses Gebiet besitzt verschiedene Erhebungen, darunter die Höhe Munychia, und umfasste drei von der Natur bereits sehr günstig gestaltete Häfen: den westlichen Haupthafen, sowie die Häfen Zea und Munychia.

Eine Unterabtheilung des Haupthafens welcher der grösste war, bildete der Kantharoshafen.

An dem Haupthafen, dessen Eingang die Halbinsel Ektioneia verengte, wodurch ein abgeschlossenes Hafenbecken gebildet wurde, lagen fünf Hallen,

von denen eine wohl die Waarenbörse, das Deigma, enthielt. Diese Hallen dienten als Handels- und Lagerräume. Sie lagen, mit Ausnahme der an der Nordseite

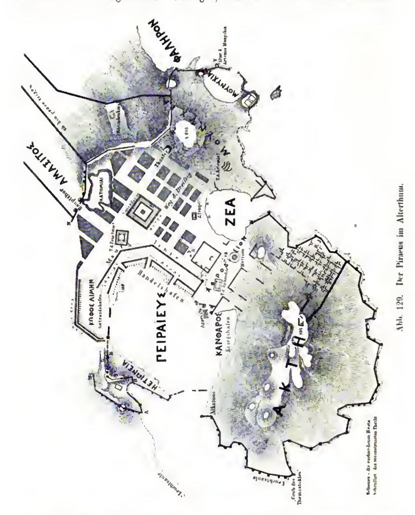


Abb. 129. Der Piraeus im Alterthum.

des Hafens erbauten, innerhalb des zur Kontrolle der Waareneinfuhr abgegrenzten Gebietes des Emporiums.

In dem Deigma stellten die Kaufleute die Proben ihrer Waaren aus, hier wurden alle Börsengeschäfte abgeschlossen und die Bodmereiverträge ver-

einbart, d. h. die Verträge über Darlehen, Versicherungen und Pfandbestellungen eines Schiffes. Hier sassen Trapeziten (die Geldvermittler), und hier wurden im Winter wahrscheinlich die Handelsgerichte abgehalten.

Als Beweis für die in dem Hafen vorhanden gewesene Verkehrsregelung werden u. a. zwei aufgefundene Inschriftsteine angesehen, nach deren Inhalt die Plätze, an welchen sie angebracht waren, als Anlegestellen für kleinere Fahrzeuge dienten.

Das Gebiet des Emporiums war durch viereckige Grenzsteine markirt, die 80 cm aus dem felsigen Boden herausragten, in welchen sie eingelassen und durch Erde und Steine befestigt waren.

Der Hafeneingang wurde durch Dämme begrenzt. Auf denselben wurden Festungsmauern errichtet, deren Abschluss Rundthürme bildeten, mit welchen kleinere viereckige Thürme verbunden waren. Gegen den Wogenandrang und die Versandung schützte eine Doppelmole. Die Mauern waren schräg gegeneinander gestellt, nach Analogie des bei antiken Thoreingängen angewandten Princips, dem Feinde durch die auszuführenden Wendungen das Eindringen möglichst zu erschweren. Zwei Leuchtsäulen ermöglichten auch bei Nacht ein sicheres Einfahren. Die Beleuchtungsapparate (vielleicht Pechpfannen) dürften mittelst Zugvorrichtungen emporgehoben worden sein. Auch die Einfahrten der beiden anderen Häfen waren durch starke Steindämme bis auf einen schmalen Eingang verengt, der durch Thürme befestigt war und in Kriegszeiten mit einer Kette oder einem starken getheerten Tau überspannt wurde.

Die natürliche günstige Lage des Hafens Zea ermöglichte es, die Einfahrt in leichter Weise vertheidigungsfähig zu gestalten. Der Hafen lag etwa 200 m landeinwärts, ein 100 m breiter Kanal stellte die Verbindung mit dem Meere her. Die Einfahrt hatte eine Weite von 97 m. Der Hafendamm war aus regelmässigen Blöcken errichtet, ihm gegenüber befand sich ein Plateau, das wahrscheinlich eine Festungsposition zum Bewerfen feindlicher Schiffe darstellte.

Abweichend von der in anderen Kriegshäfen (so z. B. in Syrakus) gebräuchlich gewesenen Anordnung war in den Hafenbassins von Athen für jedes Kriegsschiff ein besonderer Schuppen errichtet. Der Hafen Zea war an seinem ganzen Uferrande mit Schiffshäusern, welche in Gruppen getheilt waren, besetzt, in denen die doppelte Zahl von Schiffen wie im Kantharos- und Munychiahafen untergebracht werden konnten. Die Anzahl der Helgen betrug 270. Sie waren zu einzelnen Gruppen zusammengefasst, die durch sorgfältig ausgeführte Stützmauern zu einem System verbunden waren. Die Helgenaxen zeigten nach der Bassinmitte, die Steigung war 1 : 9, demnach grösser als die Neigung der modernen Helgen. An diesem Becken stand einst das berühmte Zeughaus, das unter der Finanzverwaltung des Lykurg zur Ausführung gekommen war. Der Bau wurde im Jahre 347 v. Chr. begonnen und im Jahre 330 vollendet und war eine Schöpfung des Eleusiniers Philon, der mit Euthydomos aus Milet in einer Inschrift als Verfasser des Bauprojekts genannt wird.

Dörpfeld ist der Ansicht, dass, ähnlich wie heutzutage, die Techniker des alten Griechenlands vor dem Beginn eines Baues Entwurfsskizzen und einen Erläuterungsbericht anfertigten, und dass erst nach Genehmigung des Bauvorhabens genaue Pläne angefertigt worden seien. Dem Bauprogramm seien wohl jedenfalls keine erläuternde Zeichnungen beigegeben worden, sondern vielmehr alle Dimensionen der Baupläne in dem Bericht enthalten gewesen, wenigstens sei dies bei dem Dokument geschehen, das uns genaue Mittheilungen über die ganze Anlage bietet. Die Urkunde enthält eingehende Vorschriften über jede Einzelheit des Baues und giebt somit ein anschauliches Bild von der Art und Weise der Ausführung griechischer Bauten. Das Gebäude war von den beiden Schmalseiten aus zugänglich. Im Innern des mit einem Triglyphenfries geschmückten Arsenals befand sich ein Mittelschiff von 20 Fuss Breite, das zwei Reihen von je 35 jonischen Steinsäulen aufwies; neben demselben waren zwei Seitenschiffe angeordnet, die zur Aufbewahrung der Schiffsgeräthe dienten. Die Seitenschiffe waren in zwei Geschosse getheilt. In dem Erdgeschoss befanden sich grosse Schränke, die zur Aufnahme der Segel und anderer Gegenstände aus Zeug dienten, während im oberen Geschoss die Taue und das Takelwerk in offenen Gestellen gelagert waren. Bei der Einnahme des Piraeus durch Sulla wurde, wie schon erwähnt, das Zeughaus gänzlich niedergebrannt.

Der Munychiahafen besass eine ovale Grundform und war durch mächtige Felsriffe und Dammbauten geschützt. In seiner Nähe hat man ebenfalls Spuren von Leuchtsäulen gefunden. Die Einfahrt wurde durch zwei verschieden grosse Molenköpfe flankirt. Durch die Molen wurde die Hafeneinfahrt auf 37 m verschmälert. Die Länge des südlichen Dammes beträgt 190 m, diejenige des nördlichen 170 m, von denen 75 m ins Meer gebaut sind. In dem Bassin befand sich Helgen an Helgen (im Ganzen 196 Schiffshäuser), die sämmtlich nach dem Eingang gerichtet waren. Die Entfernung der Helgen voneinander betrug 18 Fuss. Sie bestanden aus bearbeiteten Steinblöcken, die wahrscheinlich mit Holz bekleidet waren. Die Steinbahn jedes Helgen war 75 cm breit und besass eine Neigung von 2—3 Grad. Am oberen Ende war ein Stein quer gesetzt. Wahrscheinlich wurden die Schiffe durch Hebevorrichtungen aus dem Wasser gehoben.

Dem attischen Emporium standen zehn durch das Loos ernannte Personen vor, die Agoranomen. Fünf derselben lag die Aufsicht in der Stadt, fünf anderen diejenige im Piraeus ob. Die Aufsicht über die Richtigkeit der Mafse gehörte zu den Pflichten der Metronomen. Unterbediente der letzteren waren wahrscheinlich die Prometreten, die Getreide und Samenfrüchte gegen Lohn vermassen.

Zur Erleichterung der Schiffahrt waren die Hellenen bemüht, die betreffenden Rechtshändel möglichst rasch und während der Wintermonate, in welchen die Schiffahrt zu ruhen pflegte, zur Erledigung zu bringen. In der Person des Proxenos duldeten sie gleichsam einen Handelskonsul eines fremden Staates. Dieser war verpflichtet, sich der ausländischen Bürger anzunehmen, die an dem betreffenden Platze Handel trieben.

Die Athener suchten sich durch Beschränkung der Handelsfreiheit möglichst grosse Vortheile zu sichern. Der Zweck der einschränkenden Bestimmungen war, Athen zu einem allgemeinen Stapelplatz zu machen; so musste z. B. nach den geltend gewesenen Verordnungen von den Staatsangehörigen das Getreide nach dem attischen Emporium geliefert werden. Von jeder im Hafen ankommenden Getreideladung musste ein bestimmter Theil, und zwar zwei Drittel, nach Athen geschafft werden. Kein Athener und kein attischer Schutzverwandter durfte Geld auf ein Fahrzeug ausleihen, das nicht mit Rückfracht nach Athen zurückkehrte.

Weitere künstliche Häfen befanden sich in Aegina, Delos, Naxos, Thera, Eleusis, Anthedon, Karystos, Eretria, Mitylene, Eresos und Antissa.

Mitylene auf Lesbos besass zwei Häfen, den Nordhafen und den Südhafen. An dem letzteren haben bis jetzt Kunstbauten nicht nachgewiesen werden können. Der Nordhafen ist nach Koldewey „der Hafen in der Stadt“ des Diodor. Er wurde durch einen kürzeren, unmittelbar vom Festlande ausgehenden Molo und einen längeren Damm, der sich von der Mitylene vorgelagerten Insel aus erstreckte, gebildet. Die Stadtmauer fand aller Wahrscheinlichkeit nach auf den Hafendämmen ihre Fortsetzung, und ist hierauf deren grosse Stärke von 8,5 resp. 7,6 m zurückzuführen. Sie stieg nach aussen in gewöhnlicher Höhe und Stärke auf, und es verblieb ein Podest von 4,7 resp. 3,6 m Breite an der inneren Dammseite für den Verkehr der anlegenden Schiffe. Der Hafen besass an der Uferstrecke keine Quaianlagen, sodass das Löschen und Laden der Schiffe nur an den Hafendämmen erfolgen konnte. Für den Verkehr war der kürzere Damm bequemer, da er mit der Stadt in direkter Verbindung stand. Die Konstruktion beider Hafenmolen ist die gleiche. Die Dämme sind auf dem Meeressand aufgesetzt und bestehen in ihrem unteren Theil aus einem Gemisch von Mörtel, Sand und kleinen Steinen, d. h. Beton. Jetzt zeigt dieser Theil Auswaschungen, sodass die im oberen Theil vorhandenen 3 Quaderschichten bis zu $^1/_2$ m überstehen. Koldewey ist der Ansicht, dass die Herstellung in der Weise erfolgt sein wird, dass der Beton innerhalb zweier aus Rammpfählen bestehender und mit einander verankerter Wände eingebracht wurde. Um eine Wasserbeständigkeit des Mörtels zu erreichen, ist dieser wahrscheinlich, da er aus reinem Kalk bestand, mit Oel angemengt worden. Zwei Meter unter dem Meeresspiegel beginnt die Mauer, die an den Aussenseiten aus grossen Blöcken, im Innern aus Füllmasse besteht. Die Blöcke haben zum Theil einen Inhalt von 4 cbm. Sie sind rechtwinklig und ohne Mörtelbettung verlegt. Die Stossfugen der Quadern waren hie und da durch doppelschwalbenschwanzförmige Klammern verbunden, die von Holz gewesen sein dürften.

Die gleiche Konstruktion wie die Hafendämme von Mitylene zeigen die Molen von Eresos und Antissa. Koldewey glaubt die Entstehung dieser Bauten in die Zeit vor dem peloponnesischen Kriege verlegen zu können und

nimmt an, dass die Anlagen beim Beginn dieses Krieges fast vollendet waren. Beide Dämme von Mitylene sind in Abständen von 38 m durch Kanäle unterbrochen. Der kürzere Damm zeigt heute noch zwei, der längere drei Oeffnungen. Die Einschnitte, deren Zahl früher eine grössere gewesen sein wird, haben eine Breite von 1,55 bis 2 m und reichen jedenfalls so tief wie die Quaderverblendung. Als Grund dieser zunächst befremdenden Anordnung wird von dem mehrfach genannten Forscher Folgendes angegeben:

„Ein kräftiger Regenguss, bei dem die Wasser von der Hälfte des Stadtgebietes in den Hafen fliessen, wird immer ein schnelles Steigen des Wasserspiegels im Hafen zur Folge gehabt haben, ebenso steigt, beziehungsweise fällt der Wasserspiegel bei Nordost- nnd Südost-Wind. Im heutigen Südhafen kann man bei dem betreffenden Winde, der die Wellen gerade in die Hafenmündung hineintreibt, ein Steigen des Wasserspiegels um einen halben Meter oft genug beobachten. Im Alterthum, da der Euripus beide Buchten mit einander verband (wodurch die Insel entstand), waren diese Zustände noch schlimmer und hätten jedesmal eine starke, ein- oder auslaufenden Schiffen gewiss lästige, wenn nicht gefährliche Strömung innerhalb der Einfahrt zur Folge gehabt, wenn nicht jene Oeffnungen in den Hafendämmen den Wassern allseitigen und daher leichten Abfluss gewährt hätten. In dem modernen langen Damm des Südhafens sind zn demselben Zwecke drei solche Kanäle angeordnet.“

Der moderne Hafen hat eine Einfahrtsweite von 135 m, der antike besitzt zur Zeit eine solche von 280 m. Koldewey nimmt an, dass der gegenwärtig kürzere Damm jedenfalls einst länger gewesen sein dürfte und in einem Thurm seinen Abschluss gefunden haben wird, da anch auf der Ostseite, wie die Ueberreste erkennen lassen, ein solcher vorhanden war. Bei der Schaffung der Häfen wurde nach Koldeweys Ansicht der Fehler begangen, dass man die Hafendämme nicht so anlegte, dass der heftige Wellenschlag, welcher durch den von Nordosten her wehenden Kaikias erzeugt wird, stets von dem Hafenbecken abgehalten wurde. Das Vorhandensein von Ausfahrten sowohl nach Norden wie nach Süden war dagegen von besonderem Werth.

Der Wirksamkeit Alexander des Grossen nnd seiner Zeit sind verschiedene bedeutende Hafenanlagen zn danken, von welchen an erster Stelle Alexandria in Aegypten nnd Seleucia Pieria in Syrien zu nennen sind.

Die von Alexander gewählte Lage für die neu zu gründende Stadt, die seinen Namen tragen sollte, war in vielen Beziehungen eine sehr günstige. Die Stadt, an deren Stelle sich bereits eine ältere Ansiedelung befunden hatte, lag zwischen dem See Mareotis nnd dem Meere, auf einem nicht sehr breiten Strand, dem gegenüber im Meere die Insel Pharus vorgelagert war.

Die Hafenanlagen, welche durch die Ptolemäer eine weitere Ausbildung und Verbesserung erfuhren, bestanden aus drei Häfen (Abb. 130).

Die Insel Pharus wurde durch einen Damm (Heptastadium genannt) von 7 Stadien (1300 m) Länge mit dem Festlande verbunden. Von diesem Damme

sind Ueberreste nicht mehr vorhanden, und selbst seine Lage kann nicht mit vollständiger Sicherheit bestimmt werden, dennoch ist seine einstige Existenz zweifellos. Durch den Damm wurde der grosse Hafen von dem Hafen Eunostus (Hafen der glücklichen Heimkehr) getrennt. Zur Verbindung beider waren zwei überbrückte Oeffnungen in dem Damm angeordnet, eine lag auf der Stadtseite, eine auf der Inselseite. Diese Wasserverbindungen hatten den grossen Vortheil im Gefolge, dass die Schiffe fast zu jeder Zeit die Häfen erreichen und verlassen konnten. In der späteren Zeit liess Julius Cäsar die Brücke auf der Inselseite durch Erbauung eines Thurmes befestigen. Nach Strabo lag im Heptastadium eine Wasserleitung zur Versorgung der Insel. Ueber die Konstruktion des Dammes und dieser Brücken sind sichere Angaben nicht vorhanden. Auch über den Zeitpunkt der Erbauung sind die Ansichten getheilt,



Abb. 136.
Lageplan von Alexandria.

doch scheint es, dass das Werk entweder bereits unter Alexander oder doch unter der Regierung des ersten Ptolemäers zur Ausführung kam.

Als einen Vorläufer des Heptastadiums betrachtet man den von den Macedoniern bei der Belagerung von Tyrus hergestellten Damm, durch welchen Inseltyrus in feste Verbindung mit dem Lande gesetzt wurde. Die Schaffung dieses Werkes war, da es dem überaus heftigen Wellengang der phönizischen Küste ausgesetzt war, jedenfalls weit schwieriger als die Herstellung des Heptastadiums, wenngleich letzteres länger war. Wie bei Tyrus, so dürfte auch in Alexandria der Damm durch Steinschüttungen hergestellt worden sein. Die einstige Wassertiefe wird auf 30 bis 36 Fuss geschätzt. Die schwierigsten Punkte waren jedenfalls jene, an welchen die Widerlager für die beiden erwähnten Durchlassbrücken herzustellen waren.

Der Zeitpunkt, zu welchem das Heptastadium verschwand, ist gleichfalls nicht bekannt. Der spätere Befestigungsdamm der Insel Pharus war ein Werk der Araber, auf welches hier nicht näher einzugehen ist.

Der grosse Hafen Alexandrias war der bedeutendere, trotzdem seine Einfahrt häufig sehr schwierig zu passiren war. Der Eingang befand sich zwischen der Insel und der Landspitze Lochias. Die Schwierigkeiten der Einfahrt bei ungünstigem Wind wurden durch die hier vorhandenen, nicht sichtbaren Felsklippen vermehrt; sie waren die Ursache der Erbauung des mächtigen Leuchtthurmes auf der Insel, eines Bauwerkes, das zu den sieben Weltwundern gezählt wurde.

Der Bau begann im Jahre 283 v. Chr. unter dem König Ptolemaeus Soter. Der Thurm ist einer der ältesten Leuchtthürme; durch das auf ihm brennende Feuer wurde die See weithin erleuchtet. Das Werk diente den späteren Leuchtthürmen zu Capri, Ostia, Ravenna als Vorbild, und selbst die älteren Leuchtsäulen, wie die des Piraeus, wurden mit der Bezeichnung Pharus belegt.

Der Leuchtthurm auf Pharus war aus weissem Marmor erbaut und besass mehrere Stockwerke, von denen jedes einen Absatz bildete, auf welchen man hinaustreten und umhergehen konnte. Der Architekt dieses berühmten Bauwerks war Sostratus, dem es gestattet wurde, folgende Inschrift an dem Thurm anzubringen: „Sostratus der Cnider, Sohn des Dexiphanes, den erhaltenden Göttern, für die Seefahrer." Die Kosten des Pharus betrugen 800 Talent = 3 600 000 Mark. Nach Abulfeda stand der Thurm bis zum XIV. Jahrhundert.

In der von der Landspitze Lochias gebildeten Ecke des grossen Hafens war durch die Insel Antirrhodus ein kleiner Hafen abgetrennt. Von dem weiter westlich liegenden Landungsplatz ging eine Mauer in den Hafen, auf welcher ein Tempel Neptuns lag. Diesen Damm liess M. Antonius nach der Schlacht bei Actium verlängern und darauf die Burg Timonium erbauen.

An den Hafen Eunostus schloss sich ein kleines, vollständig ausgegrabenes Bassin an, das bis auf die Einfahrt geschlossen war und deshalb Kibôtos oder Cibottes genannt wurde. Von hier zweigte der Kanal ab, der einen Theil der Stadt durchschnitt und nach dem Mareotis-See führte. In diesem See hatten die zahlreichen Nilschiffe ihre Liegeplätze. Durch den Kanal von Alexandria wurde die Verbindung mit dem Nil hergestellt, und gelangten, so lange der antike Suezkanal benutzbar war, die indischen Waaren auf den Kanalbarken nach der Stadt Alexanders.

Unter den zahlreichen Ruinen antiker Städte in der Umgebung des Mareotis-Sees befinden sich die von Cavalier entdeckten Reste der Stadt Marea.

Durch vier Molen werden hier vier grosse Bassins oder Hafenstellen gebildet, die jetzt trocken liegen. Diese Molen sind aus Quadern mit grosser Pracht erbaut. Das Material besteht aus Sandstein und Granit. In dem See liegen Dammreste, die eine Länge von 150 bis 180 Fuss und eine Breite von 60—75 Fuss besitzen und als die Fortsetzung der Quais von Marea angesehen werden. Docks zur Aufbewahrung der Schiffe scheinen hier ebenfalls vorhanden gewesen zu sein.

Der Seleucidenzeit und zwar den ersten seleucidischen Königen ist die Schöpfung des Hafens von Seleucia Pieria, des Emporiums von Antiochia,

zu danken. An die hier geschaffenen Werke knüpfen sich die Namen Seleucus Nicator (307—280 v. Chr.), Antiochus (280—261 v. Chr.), Diocletian (284—305 n. Chr.) und Konstantinus (306—337 n. Chr.).

Der alte Hafen von Seleucia, der von Kapitain Allen genau vermessen wurde, und von dessen Anfnahme die beigefügte Zeichnnng (Abb. 131) eine Wiedergabe ist, besteht in seinen Haupttheilen aus dem inneren Bassin, dem äusseren Seehafen und einem Felstunnel. Das innere Bassin steht durch einen kurzen Kanal mit dem offenen Seehafen in Verbindung. Es wurde jedenfalls, da es ganz von Land umgeben ist, dnrch Menschenhände geschaffen und vielleicht durch Soldaten des Kaisers Diocletian vertieft, da dieser Herrscher nach dem Bericht des Rhetors Libanius 500 Mann zu den Arbeiten beorderte. Die Form des Bassins ist die eines unregelmässigen Ovals, durch den sich anschliessenden etwa 1500 Fuss langen Kanal erhält die ganze Anlage die Gestalt eines enormen Destillirkolbens. Die Länge des Bassins ist 2000 Fuss, die grösste Breite 1350 Fuss, sodass die Fläche etwa 47 Acres beträgt. Starke Mauern umgeben das Hafenbecken nach dem Meer zu, und zwar sind diese Mauern, die aus kolossalen Quadern von 14 nnd 15 Fuss Länge bestehen, bereits zur Seleucidenzeit errichtet. Diese Abschlussmauer ist absichtlich durchbrochen, um einen Abzug aus dem Bassin hindurchzulassen. Wahrscheinlich konnte der Kanal durch eine Schütze geöffnet und geschlossen werden. Nach der Landseite steigt das Ufer an, und zwar erheben sich hier die Klippenwände, die das Becken auf der ganzen Ostseite umgeben, bis zu 200 Fuss Höhe.

Der an den Verbindungskanal sich anschliessende Seehafen, von dem aus der Apostel Paulus in Begleitung von Barnabas seine Fahrt nach dem Abendlande antrat, besteht aus zwei massiven Mauerdämmen, die von phönizischen Ansiedlern geschaffen sind und nunmehr bereits seit Jahrtausenden ihre Widerstandsfähigkeit bewiesen haben. Die Entfernnng der beiden Molen von einander ist über 200 Schritt. Der südliche Damm ist noch vollkommen erhalten, er besteht aus grossen Quadern, von welchen manche eine Länge von 25 Fuss und eine Breite von 5—6 Fuss besitzen. Die Steine sind quer zu der Mole gerichtet, deren Breite über 30 Fuss ist.

An dem Eingang des inneren Bassins befinden sich Angeln, weshalb die englischen Forscher annahmen, dass hier einst Schleusenthore eingehängt gewesen seien und das innere Bassin wohl einen höheren Wasserstand als die See gehabt habe. Nach den vorhandenen Trümmern schliesst man, dass zur Seite des inneren Bassins das Arsenal, Gewölbe, Magazine und Waarenhäuser gestanden haben. Im Süden der für das Arsenal gehaltenen Bauwerke ist eine künstlich geebnete Anhöhe vorhanden, die eine rechteckige Fläche von 500×600 Fuss bildet und sorgfältig mit Tafeln gepflastert, sowie mit Mauerwänden umgeben war. Wahrscheinlich war hier eine Börsenhalle oder ein Platz, an welchem sich die Beamten und Geschäftsleute versammelten und Besprechungen abhielten, sowie ihre Rechnungs- und sonstigen Geschäfte erledigten.

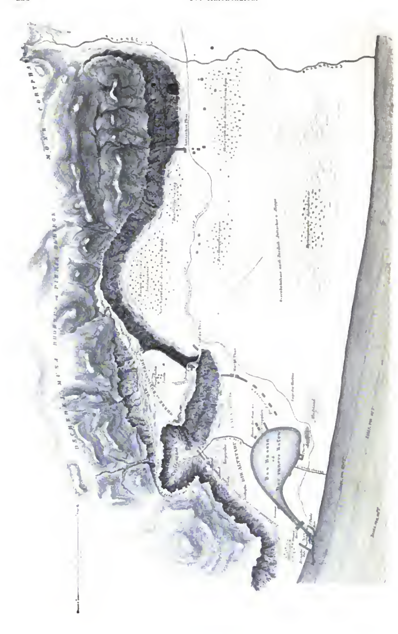


Abb. 131. Lageplan von Seleucia Pieria.

Der dritte Haupttheil der Anlage, ein grosser Felstunnel (Dahliz oder Djervis genannt), erregte bereits zur Zeit, als man über den Zweck und den Zusammenhang dieses Werkes mit den übrigen Theilen noch keine klare Erkenntniss gewonnen hatte, das Erstaunen und die Bewunderung Aller, die ihn sahen. Dieser Felstunnel, der von den englischen Forschern Culvert genannt wird, ist ans der auf der Ostseite des Hafenbeckens befindlichen Felsparthie gebrochen. Wahrscheinlich wurde dieses ungeheuere Werk bereits von den Seleuciden durch den Fels gesprengt und dann später von Konstantinus erweitert.

Chesney, der die Anlage eingehend studirte, unterscheidet vier Haupttheile an derselben. Der erste Theil ist ein theils offener, theils aber tunnelartig hergestellter Felsgang, der 600 Fuss lang und 22 Fuss breit ist und dessen Wände an mehreren Stellen senkrecht bis 122 Fuss hoch emporsteigen. Der zweite Theil ist ein viereckig ausgehauener Tunnel von 293 Fuss Länge, 24 Fuss Höhe und 22 Fnss Breite. Das Gestein ist auf diesen beiden Strecken Kalkstein. Der dritte Theil ist 204 Fuss lang und ebenfalls 22 Fuss breit nnd bis zu 110 Fuss in den Felsen eingeschnitten. An der südlichen Wand ist ausserdem auf dieser Strecke ein besonderer, nur 18 Zoll breiter Kanal tief eingeschnitten. Dieser Parallelkanal zweigt an einer Stelle ab und wendet sich der Stadt zu. An der Felswand ist eine lange, steile Treppenflucht angebracht, die in einer Höhe von 14 Fuss über der Kanalsohle aufhört, in welcher Höhe wahrscheinlich das Wasser stand, zu dem man auf der Treppe hinabsteigen konnte. Der vierte Theil hat eine Länge von 102 Fuss, sodass sich als Gesammtlänge 1199 Fuss ergeben. An seinem östlichen Ende ist er mit einem graziösen Bogen überwölbt, über welchen einst ein Aquädukt führte. In diesem vierten Theil sind Ausweitungen vorhanden, an welchen Stellen Felsgräber und Nischen ausgehauen sind, wie denn auch die erwähnte Brücke zu einer Nekropolis führte. Das untere Ende des Durchschnitts besitzt eine Breite von 17 Fuss und eine Höhe von 30 Fuss und stürzt plötzlich in einer Höhe von 30 Fuss über dem Meere steil ab. An dem oberen Ausgang befindet sich ein engumschlossenes Felsthal, aus dessen Mitte ein wilder Bergstrom aus einer Höhe von 400—500 Fuss herabstürzt, zu welcher Höhe das Rhossus-Gebirge in Terrassen, wie ein gigantisches Amphitheater ansteigt. Die mächtigen Bergwasser strömten, namentlich zur Winterszeit, ursprünglich in die vor dem Felsthale liegende Ebene hinab, wodurch hier die Ansiedelungen alljährlich überschwemmt wurden. Um diesen grossen Uebelstand zu beseitigen, war die Ableitung der bedeutenden Wassermengen erforderlich, zu diesem Zwecke wurde bereits unter Seleucus Nicator der Felsendurchschnitt geschaffen und eine feste und mächtige Quermauer über dem ursprünglichen Wasserlauf errichtet. Hierdurch war fortan die Ebene gesichert, und auch die neu entstandenen Hafenanlagen blieben vor alljährlichen Zerstörungen bewahrt.

Die starke Quermauer ist aus grossen Quadern aufgeführt nnd steht heute noch vollkommen erhalten da. In ihrer Mitte ist ein Durchlauf, der nach An-

sicht der Forscher wohl unstreitig einst mit Schleusenwerken (d. h. Schützen) ausgestattet war. Mit Hilfe dieser Vorrichtung konnte man nach Belieben entweder die Wassermengen hier hindurchfliessen lassen, wodurch sie dem inneren Hafenbecken zugeführt wurden und das Wasser desselben auffrischten, oder aber man konnte das Wasser nach Schliessung der Schützen vollständig durch den Felsdurchschnitt ableiten. Der Felsdurchschnitt diente jedoch nicht allein zur gefahrlosen Ableitung der Berggewässer, sondern der geniale Entwerfer dieser Anlage, dessen Name leider nicht bekannt ist, hat in sinnreicher Weise denselben noch zwei anderen Zwecken nutzbar gemacht, nämlich der Wasserversorgung der Stadt und der Spülung des äusseren Seehafens.

Zum Schluss der Betrachtung der durch die Griechen geschaffenen oder durch sie beeinflussten Hafenanlagen wenden wir uns nochmals Kleinasien zu, an dessen Südküste eine Reihe von Seehäfen entstand, die in der Mehrzahl der Piratenherrschaft ihre Existenz verdankten.

In Soli findet sich ein gut erhaltenes Hafenbassin mit gemauerten Seitenwänden, der Abschluss ist halbkreisförmig gestaltet. Die Quaimauern sind 7 Fuss hoch und besitzen eine Breite von 50 Fuss. Als Material hat gelber Muschelkalkstein Verwendung gefunden. Die einzelnen Blöcke sind untereinander durch eiserne Schwalbenschwänze verbunden, und ist die Mauer in Mörtel aufgeführt. Dem Hafeneingang gegenüber liegen auf dem Quai die Ruinen eines Portico. Von diesem läuft ein Säulengang von 200 Säulen in Doppelreihen durch die Stadt nach dem an der Nordseite liegenden Landthor. Derartige Säulenstrassen werden in dem Kapitel „Städtebau“ näher zu besprechen sein. Man nimmt an, dass diese Werke durch die einheimischen Steinmetzen geschaffen wurden, die sich aus ehemaligen Piraten rekrutirten, deren Hauptsitze an dieser Küste Kleinasiens lagen. Beaufort glaubte annehmen zu können, dass das Theater in Soli sich an einen künstlichen Berg lehne, dessen Erde durch die Ausgrabung des Hafenbassins gewonnen worden sei.

Pourtales fand hier uralte, assyrische Denkmale. In dem Kampfe Alexanders gegen Persien stand Soli auf der Seite des Letzteren. Alexander eroberte die Stadt, gab ihr jedoch ihre Freiheit zurück. Auch unter den Ptolemäern und Seleuciden blieb Soli eine selbständige Republik. Nach der Demüthigung Antiochius III. durch die Römer ging auch die Freiheit Solis verloren.

In dem zweiten Jahrhundert v. Chr. wurde Cilicien ein Sammelplatz von Seeräubern. Der Gewinn aus dem Verkauf der Gefangenen als Sklaven war ein sehr grosser. Durch den benachbarten grössten Weltmarkt der damaligen Zeit, Delos, wurde dieser Handel in hohem Mafse unterstützt. Die politischen Verhältnisse begünstigten die Ausbreitung des Piratenwesens ungemein, und die cilicischen Seeräuber dehnten nach und nach ihre Fahrten bis nach Italien und Spanien aus. Erst als römische Konsuln von den Piraten gefangen worden waren und die Seeplätze Cnidus, Samos, Misenum, Ostia und noch andere von

diesen Räubern überfallen wurden, entschlossen sich die Römer, welche eine Zeit lang das Piratenwesen sogar unterstützt zu haben scheinen, zu ernsteren Massregeln gegen die ungeheuer mächtigen Piraten, die über 1200 Schiffe besassen und 400 Festungen sowie viele Inseln im Besitze hatten. Pompejus gelang die Vernichtung dieser unheimlichen Macht, deren Herrschaft von 144—65 v. Chr. dauerte und zahlreiche Bauwerke aller Art an der cilicischen Küste entstehen liess.

In der Nähe des Berges Cragus findet sich zwischen den Klippen ein seltsam gespannter Bogen mit einem Kanal. Man glaubt, dass er dazu gedient haben könne, Schiffe, die auf dem Berge erbaut worden waren, in das Meer hinabgleiten zu lassen.

Die Hafenstadt Phaselis, ein Hauptort der Piraten, liegt auf einer kleinen Halbinsel. Ein auf dem Isthmus, durch welchen die Halbinsel mit dem Festlande von Kleinasien verbunden ist, befindlicher See scheint schon im Alterthum der Erzeugungsherd pestilenzialischer Fieberlüfte gewesen zu sein, durch welche zur Römerzeit die Station während des Sommers sehr gefährlich war. Phaselis wurde nach Herodot von den Doriern gegründet. Schon frühzeitig stand diese Kolonie mit Aegypten und Phönizien in Verkehr. Durch seine günstige Lage in maritimer Beziehung gelangte der Ort zu grosser Bedeutung und bildete einen freien Staat für sich. Servilius Isauricus zerstörte die Stadt, die zwar später wieder aufgebaut wurde, sich jedoch nie wieder zu ihrer früheren Blüthe erhob. Strabo erwähnt drei Häfen von Phaselis, deren Ueberreste Beaufort beschrieben hat. Der Haupthafen war durch eine Mole von 200 Schritt Länge gesichert. Der eine der kleineren Häfen war gegen das Meer durch einen quer liegenden Damm geschützt, in dessen Mitte sich ein Thor befand, das geschlossen werden konnte. Der dritte Hafen war der nördlichste. In denselben mündete ein Emissar aus dem Sumpfe. Hier am Ufer sind die Reste eines römischen Aquäduktes vorhanden, der der Stadt das Wasser von den nahen Bergen aus zuführte.

4. Hafenbauten der Römer.

Die Römer fanden, im Gegensatz zu den Phöniziern und Griechen, zu keiner Zeit an der Schiffahrt grossen Gefallen, und nur durch die Verhältnisse hierzu gezwungen, wandten sie sich der Seeschiffahrt zu, zu deren Ausbildung sie sehr wenig beitrugen. Die einzige nautische Erfindung der Römer ist nach Nissen die Enterbrücke, durch welche die überlegene Taktik der Feinde ausgeglichen wurde. In dieser Beziehung haben sie somit nicht das Erbtheil der Etrusker angetreten, welchen der dritte Platz unter den Seevölkern des Alterthums angewiesen wird. Das römische Volk übernahm im allgemeinen das in dem Schiffahrtswesen bereits von den Phöniziern und Hellenen Geschaffene, und

hieraus erklärt es sich, dass die Bezeichnungen der römischen Schiffstechnik fast sämmtlich den Griechen entlehnt sind. Erst als für die Römer die Schaffung einer Flotte zur Nothwendigkeit wurde, fühlten sie das Bedürfniss zur Anlegung von Häfen.

Wie bei einzelnen anderen Gattungen von Bauwerken, (genannt seien die Wegebauten und Wasserleitungen), so lässt sich auch bei den Seehafenbauten der Unterschied in dem Verfahren der Griechen und Römer erkennen, ein Unterschied, den Curtius mit Recht immer wieder betont, indem er stets von neuem darauf hinweist, wie die Griechen einen genauen Anschluss und eine richtige Anpassung an die natürlichen Bodenverhältnisse suchten, während die Römer niemals vor Werken zurückschreckten, die einen Eingriff in die natürlichen Verhältnisse bedingten. Dem römischen Volke war eine gewisse Vorliebe eigen, das was die Natur versagt hatte, durch die eigene gewaltige Kraft zu schaffen. Während die griechischen Häfen stets dort angelegt wurden, wo durch Buchten oder Vorsprünge bereits die Vorbedingungen zu einer solchen Anlage gegeben waren, wobei allerdings betont werden muss, dass die Gliederung des Landes in dieser Beziehung eine sehr günstige war, wählten die Römer auch solche Stellen für die Häfen aus, an welchen die menschliche Kunst Alles hervorbringen musste.

Ausser dem von Ancus Martius angelegten Hafen zu Ostia sind bis zur Kaiserzeit wenige Schöpfungen der römischen Ingenieurkunst auf diesem Gebiete zu verzeichnen.

In Spanien war Tarraco, jetzt Tarragona, ein Hauptstützpunkt der römischen Herrschaft. Unter Augustus wurde dieser Seehafen die Hauptstadt der Provinz Hispania Tarraconensis. Die hier befindliche Burg war im Jahre 218 v. Chr. durch Cnejus und Publius Cornelius Scipio erbaut worden. Diese schufen durch umfassende Bauten eine starke Festung und einen bedeutenden Hafen. Der Hafendamm wurde mittelst übereinander gestellter, mit Steinen gefüllter hölzerner Kasten erbaut.

Der Censor Valerius Flaccus stellte im Jahre 183 v. Chr. mit M. Porcius Cato bei Neptuniae Aquae einen Damm im Meere her; der Censor M. Aemilius Lepidus liess 178 v. Chr. bei Terracina ein ähnliches Werk ausführen.

Der Kampf der Triumvirn gegen Sextus Pompejus (beendet 35 v. Chr.) gab den Anstoss zu der Herstellung einer grösseren Hafenanlage. Da Pompejus im Besitze einer Flotte war, so waren seine Gegner gezwungen, wollten sie ihn unschädlich machen, ebenfalls eine Flotte zu schaffen. Diese Flotte bedingte wiederum einen Hafen. Agrippa nahm im Jahre 36 v. Chr. dieses Werk in Angriff. Er liess im Busen von Bajä zwei Durchbrüche herstellen und schuf eine Verbindung des Meeres mit den Seen Lucrinus und Avernus. Diese letztere Verbindung konnte nur durch einen Stollen, der durch einen Gebirgsrücken ging, geschaffen werden. Zu Ehren Augustus wurde dieser Hafen der Julische genannt (Portus Julius). Aus ihm liefen die Flotten aus, die Octavianus Cäsar die Oberherrschaft verschafften.

Um den See Avernus anch mit dem Meere bei Cumä in Verbindung zu setzen, wurde hier ein zweiter Stollen angelegt. Nacb Strabo ist als Erbaner dieser Stollenbauten Coccejus anzusehen, der Schöpfer des Durchbruchs des Pausilippo. Der Julische Hafen scheint nur für kurze Zeit für Kriegsschiffe zugänglich oder branchbar gewesen zn sein. Er wurde bald durch den Hafen von Misenum ersetzt. In dem Vorgebirge Misenum sind Höhlungen vorhanden, die nach Hirt für die Aufbewahrung von Schiffsgeräth gedient haben dürften. Zur Versorgung der Schiffe mit Wasser wnrde hier die Piscina mirabilis angelegt, welche bei Vorführung der Wasserversorgungsanlagen näher beschrieben werden soll.

Die bedeutendsten Hafenanlagen der Römer entstanden in Verbindung mit Rom, welche Stadt im Alterthum gleichzeitig Fluss- und Seehafen war.

Die Gründung der Stadt an dem grössten Flusslauf Mittel-Italiens und seine Aufnahme in ihre Befestigungslinie war eine That von einflussreicher Bedeutung, die wohl in erster Linie dazu beitrug, Rom eine führende Stellung zn sichern. Bis in das zweite Jahrhundert war der Tiber der Lebensnerv von Rom. Grosse Wassermengen strömten einst durch das Tiberbett dem Meere zu. Die Verengung dieses Flusslaufes an der Stelle, an welcher Rom liegt, war allerdings oftmals von verhängnissvollen Wirkungen begleitet, und fast alljährlich war die Stadt Ueberschwemmungen ausgesetzt. Dreiundzwanzig während des Alterthums eingetretene grössere Ueberschwemmungen sind bekannt. Zahlreich waren die Projekte, die im Laufe der Zeit auftauchten, um diese Uebelstände zu beseitigen. Hierbei spielten die Projekte zur Verminderung der oberen Tiberzuflüsse durch Ableitung eine grosse Rolle. Im Jahre 15 n. Chr. tauchte das Projekt auf, den Clanis in den Arnus abzuleiten. Es wird berichtet, dass der römische Senat die Aussichtslosigkeit dieses Projektes rechtzeitig erkannt habe und die Arbeit nicht zur Ausführung kam. Nichtsdestoweniger hat man neuerdings Reste eines Dammes bei Orvieto gefunden. Der Mauerrest hat eine Länge von 100 m nnd eine Höhe von $4^3/_4$ m. Hiernach scheint es, als ob dennoch der Anfang mit dem Ableitnngswerke gemacht worden sei.

So ungünstig sonach auch in manchen Beziehungen das Vorhandensein des Tiber für Rom war, so günstig war wiederum die Lage Roms an einem Strom, der die Schiffahrt gestattete. Auf demselben wurden der Stadt Bauholz, Steine und Lebensmittel zugeführt; namentlich die Brüche des Tiburtiner- und Gabiner- oder rothen Steines gaben einen wirksamen Anlass zur Schifffahrt. Nach den uns überkommenen Nachrichten wurden der Mittel- und Oberlauf des Tiber in ihrer ganzen Ausdehnung im Alterthum befahren. Durch künstliche Stauungen wurde der Tiber wie der Clanis in schiffbarem Zustande erhalten. Diese Vorrichtungen waren jedoch, wie es scheint, nur ein Nothbehelf und vermochten in der trockenen Zeit nur in einem sehr unzulänglichen Maſse die Schiffahrtshindernisse zu beseitigen. Nur alle neun Tage wurden die Schleusen geöffnet. Die sogenannte muro grosso an der Chiana bei Carnaiola hält man für eine derartige antike Anlage.

Der Flussverkehr auf dem Tiber hatte durch die Holz- und Steinzufuhr, sowie durch die auf diesem Wasserwege bewirkte Zufuhr von Feldfrüchten grosse Bedeutung für Rom. Nach Plinius war der gesammte Flusslauf zu seiner Zeit regulirt, und wurden die mit der Aufsicht des Stromes betrauten Beamten, die Curatores riparum et alvei Tiberis, zu den angesehensten Reichsbeamten gerechnet. Der Unterlauf des Tibers wurde sowohl von Kriegs- wie Kauffahrteischiffen befahren: die Navalia, die Staatswerft, lag sogar noch oberhalb Roms an dem Marsfelde.

Die Möglichkeit einer Verbindung mit dem Meere liess alle Hindernisse, welche der Tiber der Schiffahrt entgegenstellte, überwinden. Zu der Erschwerung der Schiffahrt trug sowohl die starke Strömung als die Sandmitführung bei. Die Letztere beträgt jährlich etwa 4000000 cbm.

Jahrhunderte lang war Ostia der Seehafen Roms. Diese von Ancus Martius gegründete Stadt war die älteste der römischen Kolonien. Ihre Anlage sicherte Rom die Zufahrtsstrasse nach und von der See. Der Ort war während eines langen Zeitraumes ein beliebtes und vielbesuchtes Bad; an der Tibermündung befanden sich ausserdem ausgedehnte Salinen. Diese bestanden in grossen Becken, in welchen man das Meerwasser, das einen Salzgehalt von $3^3/_5$—$3^7/_8$ % besitzt, verdunsten liess. Diese Salzgewinnung scheint schon in der ältesten Zeit stattgefunden zu haben, und erfolgte der Betrieb für Rechnung des Staates. Die Ueberführung des gewonnenen Produktes in das Landesinnere ist vielleicht die erste Kulturmission Roms gewesen. Wahrscheinlich kam das Salz zu Schiff den Tiber hinauf und wurde in Magazinen vor der Porta Trigemina gelagert, von wo aus der Transport zu Lande weiter erfolgte. Das Salz war lange der einzige Handelsartikel, erst beim Anwachsen der Stadt begann das Getreide eine wichtige Rolle im Flussschiffsverkehr zu spielen.

Was den Transport auf dem Flusse anbetrifft, so wurden Kriegsschiffe durch die Mannschaften vorwärts bewegt, Handelsschiffe liess man durch Ochsen ziehen, zu welchem Zwecke frühzeitig auf den Flussufern gepflasterte Ziehpfade hergestellt wurden. Bei Nacht ruhte die Schiffahrt, und dieser Umstand hatte zur Folge, dass zahlreiche Schiffe auf dem Strome verankert lagen; zur Aufrechthaltung der Ordnung waren besondere Polizeimassregeln erforderlich. An den Ufern entlang standen Wachtposten, deren Unterhaltungskosten die Anlieger tragen mussten. Zeitweise war der Tiber nicht schiffbar; im Sommer machten Sandbänke und Untiefen, im Winter Eisbildungen die Schiffahrt nicht selten unmöglich.

Die natürlichen Verhältnisse waren somit der Entwicklung der Flussschiffahrt wenig günstig, und es muss daher doppelt überraschen, dass zur Zeit der Republik weder für die Verbesserung der Stromverhältnisse, noch für die Ausgestaltung des Hafens von Ostia etwas geschah.

Selbst zur Zeit als Ostia noch grösseren Schiffen zugänglich war, waren daselbst keinerlei Vorkehrungen vorhanden, welche die Schiffahrt hätten

erleichtern können. Die Benützung dieses sogenannten Hafens war für die Schiffe schwierig und gefährlich. Die enormen Massen an Sinkstoffen, welche der Tiber mit sich führt, liessen allmählich beide Ufer versanden und bewirkten eine beständige Vorwärtsschiebung der Flussmündung. Heute liegt Ostia bereits 6,5 km von der Küste entfernt.

Trotz der primitiven Hafenverhältnisse fand in Ostia Jahrhunderte lang die Vermittelung zwischen dem Binnen- und Seeverkehr statt. Das Ausladen der Waaren besorgten besondere Genossenschaften, Bordingfahrer, von welchen es in Ostia fünf gab, die den Namen corpora lenunen lariorum führten. Auf dem Tiber existirte für den Transport die alte Körperschaft der Codicarii oder Caudicarii.

Mit welchen Gefahren die Löschung und Landung der Schiffe in Ostia verbunden gewesen war, geht auch daraus hervor, dass der Untergang von Schiffen daselbst nicht zu den Seltenheiten gehört hat und ein besonderes Kollegium von Tauchern (urinatores) bestand, deren Obliegenheit das Heraufholen der gesunkenen Waaren war. Beim Tauchen wurde zuweilen eine helmartige Kopfbedeckung benutzt.

Die immer ungünstiger gewordenen Tiefenverhältnisse in Ostia zwangen tiefgehende Schiffe, in grosser Entfernung von der Barre Anker zu werfen; sie veranlassten immer zahlreichere Fahrzeuge, Brundisium und Puteoli anzulaufen. Bereits unter Augustus musste Ostia als Kriegshafen aufgegeben werden, die Flottenstationen wurden nach Misenum und Ravenna verlegt. Die verschwundene Sicherheit zur See wurde durch Anlage dieser Flottenstationen wieder geschaffen.

Für die Erleichterung und Ermöglichung des Schiffsverkehrs in Rom suchte man durch Anlage von Löschplätzen Vorsorge zu treffen.

Der Portus wird zuerst gegen 580 v. Chr. genannt. Er bestand wahrscheinlich aus einem abgeplankten Platz, der eine nach dem Wasser hinabführende Steintreppe besass.

Da man die willkürliche Uferbenutzung immer klarer als unzulässig erkannte, indem durch sie u. a. die Ueberschwemmungsgefahr vergrössert wurde, so fand eine immer schärfer durchgeführte Terminirung der Uferstrecken statt, die im Laufe der Zeit, namentlich unter Augustus mit Mauerungen versehen wurden. Die Terminirung unter den Kaisern, besonders unter Augustus und Trajan, geschah durch Aufstellung sogenannter Cippen, steinerner Säulen von Travertin von etwa 5 Fuss Höhe, $2^1/_2$ Fuss Breite und $1^1/_2$ Fuss Stärke. Sie waren mit Inschriften versehen. Der Einfluss und Ausfluss des Tiber bei der Stadt scheint durch Thürme auf beiden Ufern gekennzeichnet worden zu sein. Durch übergespannte Ketten konnte an diesen Stellen leicht eine Absperrung bewerkstelligt werden.

Die aus der Zeit Hadrians stammenden Ufermauern besitzen in unregelmässigen Abständen Vorsprünge, welche dadurch gebildet sind, dass von einem

kleinen vorspringenden Plateau aus nach beiden Seiten mit grossen Ziegelsteinen belegte, schiefe Ebenen nach dem Flusse hinabführen. Aus dem Scheitel der so gebildeten abgestumpften Dreiecksfläche springt eine kragsteinartige, in der Richtung des Flusslaufes durchlöcherte Travertinplatte hervor, die zur Befestigung der Schiffe diente.

Ueber antike Regulirungsarbeiten des Tiberbettes sind neuerdings bemerkenswerthe Einzelheiten bekannt geworden. Nach Lanciani haben die Ingenieure des Alterthums im Gegensatz zu dem bei der modernen Tiberregulirung angewandten System, wobei der Fluss in ein einziges, mit fast senkrechten Wänden eingefasstes Bett gezwängt worden ist, ein dreifach abgestuftes Profil verwandt. Dasselbe passte sich den mit dem jeweiligen Wasserstande sehr wechselnden Wassermengen an. Wie aus Abb. 91, Seite 285 ersichtlich ist, betrug die Weite der untersten Rinne bei der Engelsbrücke 66,5 m; die folgende Stufe, für gewöhnliches Hochwasser berechnet, hatte eine Breite von 97,5 m und die oberste, für aussergewöhnliche Hochwasserfälle vorgesehene Stufe besass eine Weite von 135 m. Die genannte Brücke bot sonach bei niedrigem Wasserstande drei, bei gewöhnlichem Hochwasser fünf und in aussergewöhnlichen Fällen acht Durchflussöffnungen dar.

Roms Hafenanlagen, wie solche sich im Laufe der Zeit herausbildeten, bestanden aus dem Emporium und den Navalien. Das Emporium lag unter oder nahe dem Aventin, die Navalien oberhalb der Insel auf dem linken Ufer am Marsfelde.

Das Emporium wurde um das Jahr 194 v. Chr. von den Aedilen M. Aemilius Lepidus und L. Aemilius Paulus angelegt. Die erste Anlage scheint primitiver Art gewesen zu sein. Von Jahr zu Jahr nahm die Bedeutung dieses Landungsplatzes zu. Getreide, daneben Oel und Wein, bildeten die hauptsächlichsten Einfuhrgegenstände. Unter Augustus wurden Marmor und andere Gesteinsarten in grossen Mengen von allen Weltgegenden nach Rom geschafft. Dem zunehmenden Verkehr entsprechend wurden die Grenzen des Emporiums immer mehr und mehr erweitert. Nach Piranesi und Fabretti hatte das Emporium eine Länge von etwa 1000 Fuss, breite steinerne Treppen führten von dem Wasserspiegel aufwärts. An der oberen Landseite befand sich ein grosses, oblonges Gebäude, das durch eine Mittelwand in zwei gleiche Theile getheilt worden war. Nach dem Wasser hin war das Gebäude offen, die Landseite besass Bogenfenster.

Die Ausgrabungen haben ergeben, dass auf einer Länge von 600 m Stufen zum Fluss hinabführten. Durchbohrte Steine dienten zum Anbinden der Schiffe. Ein in der Ufermauer angebrachtes Bild einer Amphora zeigte den Ort an, an welchem die in solchen Gefässen ankommenden Güter (Wein, Oel und Getreide) ausgeladen werden durften. Die Uferverschalung war nur zu einem kleinen Theil aus Quadern hergestellt, die grössere Länge war aus Ziegelmauerwerk erbaut.

Neuerdings hat man etwa 160 m stromaufwärts von der Engelsbrücke entfernt eine alte Landungsbrücke aufgefunden. Den Querschnitt derselben zeigt Abb. 132. Das Fundament besteht aus opus incertum, der eigentliche Molenbau aus Tuffquadern. Der Unterbau besitzt eine Breite von 66 m. Derselbe besteht aus einer Anschüttung von grossen Steinen, Sand und Lehm und wird durch eine 4,8 m dicke Gussmauer zusammengehalten. Diese Mauer ist beiderseits von Pallisaden aus Tannenholz mit eisenbeschlagenen Spitzen begrenzt. Inwendig zeigt die Pallissade eine Ausfütterung mit Bleiplatten, wodurch jedenfalls das Eindringen des Wassers verhütet werden sollte. Der Molo bestand aus 11 Lagen Tuffquadern. Dieser Landungsplatz war für die Löschung der schweren Marmorblöcke und Marmorsäulen bestimmt, mit welchen unter Augustus und seinen nächsten Nachfolgern das Marsfeld verziert wurde. Die ältere Anlage am Tiber (bei der heutigen Marmorata) war für die nach dem Campus Martius bestimmten Steinblöcke nicht gut verwendbar, weil der mühevolle Transport der schweren Stücke auf der weiten Strecke durch die engen Gassen sehr kostspielig gewesen wäre.

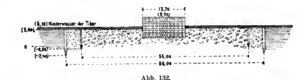


Abb. 132.
Querschnitt einer Landungsbrücke oberhalb der Engelsbrücke in Rom.

Von den an den verschiedenen Landungsplätzen wohl jedenfalls vorhanden gewesenen Vorrichtungen zum leichten Entlöschen oder Beladen der Schiffe, die allgemein mit ihrem Vordersteven gegen das Land gerichtet waren, scheinen bisher wenig Spuren gefunden zu sein. Dass die Römer von Flaschenzügen zum Heben der Lasten bei ihren Bauten einen ausgiebigen Gebrauch gemacht haben, ist sicher. Auf einem von Jordan erwähnten Relief ist der Bau eines Hauses von zwei Stockwerken dargestellt, und man sieht auf demselben einen Mann an einem Flaschenzug beschäftigt, grosse Blöcke emporzuziehen. Hiernach, sowie nach verschiedenen Abbildungen ist mit Sicherheit anzunehmen, dass auch bei dem Entlöschen und Laden der Schiffe maschinelle Vorrichtungen in Benutzung waren. Namentlich die im I. Kapitel erwähnten Drehkrahne dürften zu der Ausstattung guter Landungsplätze gehört haben.

Zur Lagerung der ankommenden Schiffsgüter und namentlich zur Aufspeicherung der zur Versorgung der Stadt erforderlichen Lebensmittel entstanden im Laufe der Zeit immer zahlreichere Waarenhäuser, deren man im Jahre 312 n. Chr. 290 zählte. Bereits seit Gracchus gab es in Rom Speicher, in welchen das dem Staat gehörende Getreide für dessen Rechnung lagerte. Die Aufseher dieser Speicher, sowie die Geschäftsführer waren Sklaven, die unter

einem Oberbeamten standen. Die sonstigen in diesen Geschäftsbetrieben thätigen Personen, wie Sackträger und Vermesser, bildeten in gleicher Weise wie die Schiffer und Flösser Kollegien.

Denkt man daran, dass zeitweilig zur Zeit der Kaiser fast die Hälfte der Bewohnerschaft Roms von diesen direkt unterhalten wurde (unter Clodius empfing die gesammte Bürgerschaft Roms mit wahrscheinlicher Ausnahme des Senatoren- und Ritterstandes das Getreide umsonst), so ergiebt sich schon hieraus, dass der Umfang der Waarenhäuser ein sehr grosser gewesen sein muss. Unter Augustus wurden allein aus Aegypten 173 200 cbm Getreide importirt und dieses Quantum genügte nur für wenige Monate. Es entstanden in der Umgegend des Emporiums die ausgedehnten Niederlagen, die nach und nach die ganze Fläche beim Aventin einnahmen. Die Horreae der statio annonae erstreckten sich nach den neueren Fundergebnissen auch auf das rechte Tiberufer, dem Aventin gegenüber. Die erste Anlage dieser Art wird an den Namen der Sulpicier geknüpft. Dieses Geschlecht, nach dem Beinamen der Familie Galba Praedia Galbiana genannt, besass in der Nähe des Emporiums grosse Landflächen. Der genaue Zeitpunkt der Errichtung der ältesten Anlage ist nicht bekannt. Zur Zeit des Augustus waren diese Speicher kaiserliches Eigenthum. Der von denselben bedeckte Flächenraum betrug 662 400 qm. Horrea Galbana bestand aus einer grossen Anzahl Magazine, die sich nach den Hofplätzen öffneten. Die Gebäude besassen zwei Stockwerke, der unterste Boden war für schwere, gewöhnliche Waaren, wie Holz, Blei, Eisen, Zinn, Marmor, Wein, Oel, Getreide, Honig, getrocknete Früchte und Fische etc. bestimmt. In den oberen Geschossen lagerten kostbare Waaren und befanden sich die Verwaltungsräume. Zollbeamte bewachten hier, wie in den Hafenanlagen die Einführung der zollpflichtigen Gegenstände. Nach aufgefundenen Inschriften war Alles, was für die Unterhaltung der Bevölkerung erforderlich war, abgabefrei.

Die umfangreichen Ausgrabungen am Aventin haben die hier vorhanden gewesenen alten Strassenzüge wieder freigelegt, und unter den mannigfachen aufgefundenen Resten der einst hier gelagerten Waaren hat man, abgesehen von den häufig vorkommenden Marmorblöcken, ein Lager von Elfenbein, ein solches von Meeressand zum Steinsägen und Bimstein zum Poliren des Marmors gefunden.

Im Ganzen sind die Namen von 17 Horreas überliefert und zwar die des Galba, Vespasian, Nerva, Agrippina, Amicianu, Germaniciana, Leoniana, Loliliana, Petroniana, Postumiana, Pupiana, Seiana, Sempronia, Sulpicia, Candelaria, Chartaria und Piperitaria.

Der Grundriss der Horrea Loliliana ist in dem unserer Zeit überkommenen Stadtplane Roms erhalten geblieben.

Statt der oberirdischen Magazine wurden an manchen Orten zur Aufbewahrung von Getreide unterirdische Silos hergestellt, die nicht selten aus

dem Gestein gearbeitet wurden. Die Eingänge haben vielfach nur eine Weite von zwei bis vier Fuss im Durchmesser, an dieselben schliessen sich Hohlräume, die auf mehr als 40 Fuss Weite ausgebaucht sind. In diesen Räumen wurde das Korn aufbewahrt, um es sowohl gegen Fäulniss wie gegen Räuber zu sichern. Derartige Silos wurden auch vielfach auf den Feldern im Erdreich hergestellt und die Wände ausgemauert.

Die Ermittelungen über die Navalien, d. h. die Liegeplätze der Staatsschiffe, sind bisher nicht zum Abschluss gekommen. Nur ihre Lage ist mit Sicherheit bestimmt, sie lagen auf der Stadtseite oberhalb des Pons Aurelius. Ihre Entstehungszeit ist unbekannt, jedoch hat diese Anlage zur Zeit des Diktators L. Quinctius Cincinnatus (geb. 520 v. Chr.) noch nicht existirt. Zweifelhaft ist es, ob diese Werften je zum Bau von Kriegsschiffen benutzt wurden. Die Staatsschiffe und die eroberten Fahrzeuge wurden daselbst untergebracht. Im 2. Jahrhundert v. Chr. kam eine Neugestaltung der Navalia zur Ausführung, deren Leitung in den Händen des Baumeisters Hermodorus lag. Nach Jordan war der von den Navalien eingenommene Raum auf der Landseite von soliden Mauern umschlossen, durch welche die Anlage gegen die Gewalt der landseitigen Ueberschwemmungen geschützt werden sollte.

Mit der Entwicklung Roms zur Weltstadt machte sich die Nothwendigkeit, an der Tibermündung einen grossen Hafen zu schaffen, immer dringender geltend. Eine Umgestaltung der durchaus unzureichenden Anlagen in Ostia wurde in der Kaiserzeit um so mehr erforderlich, als in der Zwischenzeit eine bedeutungsvolle Verschiebung in den Zufuhrorten der Kornsendungen eingetreten war.

Während in den früheren Jahrhunderten Etrurien, Campanien, Sardinien und Sicilien Rom mit Korn versorgt hatten, trat jetzt Afrika immer mehr als Kornkammer Roms in den Vordergrund. Die stete Versorgung der Hauptstadt mit Getreide war bei dem verkehrten und verhängnissvollen, dabei einen immer grösseren Umfang annehmenden System der Kornspenden an das faulenzende und durch eigene Schuld geschaffene und grossgezogene Proletariat Roms für den Bestand des Reiches ein massgebender Faktor. Die Bedeutung einer geregelten und gesicherten Kornzufuhr zwang die Regierung, keine Kosten und Mittel unversucht zu lassen, um an der Tibermündung einen Hafen anzulegen, welcher den Schiffen wirklichen Schutz gewährte.

Julius Cäsar regte den Gedanken zuerst an, ausgedehnte Hafenanlagen an der Tibermündung zu erbauen, aber erst Claudius brachte diesen Gedanken zur Ausführung. Dio Cassius führt die endliche Verwirklichung des Planes auf eine unter der Regierung dieses Kaisers herrschende Theuerung zurück. Durch die schwierigen Flussverhältnisse und die hierdurch der Schiffahrt bereiteten Hemmungen sei eine wesentliche Vertheuerung der Getreidepreise eingetreten und hierdurch die Nothwendigkeit einer Aenderung der vorhandenen Zustände klar in die Erscheinung getreten.

Bereits während des Bürgerkrieges zwischen Marius und Sulla war der Werth Ostias für Rom erkannt worden und hatte die heftigsten Kämpfe um seinen Besitz veranlasst. In Rom waren um jene Zeit bei den Navalien und bei dem Emporium unter dem Aventin Vorkehrungen zur Landung und Aufspeicherung der Kornladungen getroffen worden.

Neben Ostia entstand nun an der Tibermündung Portus oder Portus Ostiensis oder Portus Urbis oder Urbis Sacrae, auch Portus Augusti genannt. Bis zur Vollendung der neuen Werke war Puteoli der eigentliche Hafen Roms. Hier wurde das von Sicilien ankommende Getreide und später auch das afrikanische gelagert. Sowohl in Puteoli, wie in Ostia und in dem Portus daselbst war ein Beamter der annona, d. h. der staatlichen Naturallieferung, stationirt. Die Vermiethung von Speichern war in Puteoli zeitweise ein sehr einträgliches Geschäft, vereinigte sich doch in diesem Hafen während eines längeren Zeitraums der Handel mit Spanien, Afrika und Syrien.

Die Ansichten über die Zeit und den Erbauer des Hafens von Puteoli gehen auseinander, namentlich ist die Geschichte der sogenannten Mole des Caligula daselbst bisher nicht klargestellt. Es scheint jedoch sicher zu sein, dass Caligula mit diesem Bauwerk in keinerlei Verbindung stand. Zur Regierungszeit Hadrians (117—137 n. Chr.) war das Werk sehr zerstört, und dieser Kaiser versprach den Bewohnern dessen Reparatur, welche jedoch erst Kaiser Antonius Pius zur Ausführung bringen liess, dem hierfür ein Triumphbogen gewidmet worden zu sein scheint. In welcher Weise der durch seine Bauweise höchst beachtenswerthe Molenbau geschaffen wurde, ist mit Sicherheit bisher ebenfalls nicht nachzuweisen gewesen. Der Bau zeigt eine ähnliche Anordnung wie die auf modernen Brunnen fundirten Quaimauern. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass die einzelnen steinernen Pfeiler, die durch Bogen miteinander verbunden waren, schwimmend an den für sie bestimmten Platz transportirt, hier versenkt und schliesslich ganz mit Material ausgefüllt wurden. Die Anzahl der Pfeiler betrug ursprünglich 25, sie waren durch 24 Bogen miteinander verbunden. Die Wassertiefe beträgt 6—12 m.

Nach Texier befindet sich eine ähnlich gebaute Hafenmauer in Nicomedia, welche Hafenstadt von den Königen von Bithynien, wie von den ersten römischen Kaisern sehr gefördert wurde, und die an Bedeutung nicht hinter der griechischen Kolonie Cyzicus zurückstand. Von dem genannten Forscher wird als Zweck der Konstruktion angegeben, dass den unterseeischen Wasserflüssen ein Durchgang gelassen werden sollte, um einer Verschlickung des Hafens vorzubeugen, eine Angabe die schwer zu verstehen ist. Die Mole in Nicomedia ist aus Ziegeln gebaut und mit grossen Quadern abgedeckt. In diesem Ort wurden, wie in Aegypten, die riesigen Last- und Kornschiffe gebaut, die besonders für den Korntransport aus Aegypten dienten.

Bei Ankunft der alexandrinischen Getreideflotte strömte die ganze Bevölkerung Puteolis auf die Molen hinaus. Der Kornflotte segelten die so-

genannten Postschiffe voraus, die daran zu erkennen waren, dass sie das Topsegel, welches die anderen Schiffe nach der Durchfahrt zwischen Capri und dem Vorgebirge Campanella fallen lassen mussten, zeigten. In diesen Hafen lief auch jenes Schiff (Acatus) ein, das den grossen Obelisken (jetzt auf der Piazza del Popolo in Rom) überbrachte. Hinsichtlich seiner Grösse wurde dieses Schiff jedoch noch von dem Fahrzeug übertroffen, das den jetzt auf dem Petersplatze stehenden Obelisken nach Europa brachte.

Vielleicht waren die neuen Hafenanlagen bei Ostia anfangs ausschliesslich für die Kornschiffe bestimmt, in späterer Zeit wurden sie bei der zunehmenden Versandung Ostias allgemein benutzt und dienten gleichzeitig als Kriegshafen.

Zwecks Herstellung des Hafens grub man rechts von der Tibermündung ein grosses Becken aus, das man mit zwei Quaimauern von 740 m Länge einschloss. Die nutzbare Wasserfläche betrug 74630 qm, die Wassertiefe war 15—18 Fuss.

Die Schaffung dieses Einschnitts hatte die Entfernung von 320000 cbm Sand erfordert. Die Hafenmauern versah man mit Magazinen, Anlegeplätzen und den sonstigen für den Schiffsverkehr erforderlichen Vorrichtungen. Zum Schutze des Beckens gegen die Meereswellen wurden zwei mächtige Dämme mit einem dazwischen liegenden Wellenbrecher erbaut. Leider wurde dieser letztere verkehrt angelegt. Er lag in der Verbindungslinie der Enden der beiden Dämme. Durch diese falsche Anordnung waren die beiden Hafeneinfahrten dem vollen Strom und Wogengange ausgesetzt. Die unrichtige Lage des Wellenbrechers war gegen den Rath der Ingenieure gewählt worden. Es ist erklärlich, dass dieser Fehler den Werth des Hafens in hohem Maſse schmälern musste. Die Erbauung des Wellenbrechers ist mittelst Senkkasten bewirkt worden. Man benutzte hierbei das erwähnte grosse Schiff, mit welchem der sogenannte Vatikanische Obelisk von Aegypten nach Rom transportirt worden war. Dieses Schiff verankerte man an der Stelle, an welcher der Wellenbrecher errichtet werden sollte und füllte den Schiffsraum so lange mit Konkret an, bis das Fahrzeug sank. Alsdann verstärkte man das Fundament durch Felsstücke, indem man so lange Steine in das Meer warf, bis der Damm aus ihm hervorsah. Auf dem so geschaffenen Wellenbrecher liess Claudius nach dem Vorbilde des Pharus in Alexandria einen Leuchtthurm von 200 Fuss Höhe errichten. Die Erbauung der Hafenanlage erforderte eine Zeit von 11 Jahren. Die Anzahl der beschäftigten Arbeiter betrug bis zu 30000 Mann. Abb. 133 giebt das berühmte, im Besitze der Familie Torlonia befindliche Relief wieder, welches den Claudius-Hafen darstellt.

Nach Vollendung des Claudiushafens wurde daselbst eine Poststation für den überseeischen Verkehr eingerichtet und ein Beamter der Annona stationirt. Die Fahrtdauer der Postschiffe betrug nach der Strasse von Gibraltar 7 Tage, nach Messina 5 Tage, nach Barcelona 4 Tage, nach Marseille 3 Tage, nach der Küste von Afrika weniger als 2 Tage.

Auch diese neue grosse Hafenanlage blieb im Laufe der Zeit nicht von den Wirkungen der ungünstigen Naturverhältnisse verschont. Nach der eingetretenen Versandung dieses Hafens suchte man, wahrscheinlich unter Theodorich, denselben durch Schüttung einer weiteren äusseren Hafenmauer brauchbar zu erhalten, allein der Kampf gegen die Natur war ein vergeblicher. Bevor jedoch das Schicksal des Claudiushafens besiegelt war, entstanden in Verbindung mit demselben Bauten, die zu den bedeutendsten Leistungen des Alterthums auf diesem Gebiete überhaupt zu zählen sind.

Der Nachfolger von Claudius, Nero, wandte der neuen Hafenanlage keine Beachtung zu. Die Absichten dieses Kaisers gingen auf allen Gebieten ins Un-

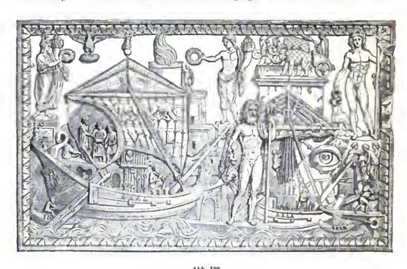


Abb. 133.
Relief, den Claudius-Hafen darstellend.

geheuerliche, und so fasste derselbe den Plan, Rom zu einem Seehafen zu machen. Zu diesem Zwecke sollte ein tiefer Kanal gegraben werden. Ein anderes Projekt dieses Kaisers ging dahin, einen Kanal zwischen Misenum (bei Neapel) und Rom herzustellen. Diese Pläne kamen, wie so viele andere Projekte Neros, nicht über das Anfangsstadium hinaus. Nur Antium verdankt diesem Kaiser seine kunstvolle Hafenanlage, die gegenwärtig vollständig versandet ist. Von den einstigen Hafendämmen dieses bedeutenden Baues sind nur einzelne Ueberreste vorhanden. Die Molen waren aus Tuffblöcken in einer Stärke von 8 m errichtet, und waren die Blöcke durch Puzzolanmörtel mit einander verbunden worden. Der südliche Molo hatte eine Länge von etwa 800 m, der östliche war kürzer, die Einfahrt lag gegen Osten.

Erst Trajan nahm die Hafenbauten gegenüber Ostia wieder auf und vergrösserte sie, indem er das neue innere Becken und einen Kanal, die fossa Trajana zur Verbindung dieses Hafens mit dem Tiber schuf. Reste des von Trajan erbauten Docks sind noch heute unter der Bezeichnung Lago Trajano vorhanden. Das Dock (Abb. 134) hatte eine sechseckige Grundrissform und nahm eine Wasserfläche von 325000 qm ein. Die Quailänge betrug 1970 m, die Wassertiefe 18 Fuss. Die Herstellung hatte die Entfernung von 2380000 cbm Erde und die Schaffung von 543000 cbm Mauerwerk bedingt. Lanciani ist der Ansicht, dass, obgleich die Neuzeit staunenswerthe Werke geschaffen hat, doch keines derselben sich hinsichtlich der Schönheit der Konstruktion, des

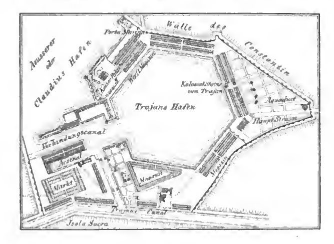


Abb. 134.
Trajans-Hafen an der Tibermündung.

Reichthums der Dekoration und der Güte des Materiales mit der Schöpfung Trajans messen könne. Ingenieurkunst und Architektur arbeiteten bei der Hervorbringung dieses Werkes Hand in Hand und schufen eine Meisterleistung. Während jetzt eiserne Ringe und alte eingegrabene Kanonenrohre als Befestigungsvorrichtungen Verwendung fänden, habe man im Alterthum künstliche Köpfe, welche Ringe hielten, gearbeitet; statt eiserner Thore führten Triumphbögen zu den Docks, woselbst kunstvolle Tafeln mit der Inschrift des Erbauers aufgestellt waren. Lanciani hebt das Mauerwerk, den Mosaikfussboden, die Entwässerungs- und Ventilationsvorkehrungen der alten Waarenhäuser hervor. Diese Waarenhäuser besassen, zusammengelegt, eine Längenausdehnung von 1570 m. Der Waarenaustausch, welcher in diesen Hafenanlagen während einiger Jahrhunderte stattfand, war ein ausserordentlich grosser. Von dem alleinigen

Umfange der Steinzufuhr giebt die Anzahl der in Ostia gelandeten Marmorsäulen, die Lanciani auf 50000 Stück veranschlagt, ein anschauliches Bild.

Die zweitgrösste Schöpfung Trajans auf dem Gebiete des Hafenbaues war Centumcellae (das heutige Civitavechia). Als dieser Bau in der Ausführung begriffen war, wurde Plinius zu dem Kaiser, der sich an der Baustelle aufhielt, berufen. In seinem 31. Brief beschreibt Plinius diesen Bau mit folgenden Worten:

„Mir aber war nicht nur die Wichtigkeit der verhandelten Gegenstände, die Ehre meiner Zuziehung, die Anmuth und die Einfachheit des Umganges über Alles angenehm, sondern auch der Ort selbst, das prächtige Landhaus von den grünsten Feldern umgeben, hart an dem Ufer des Meeres gelegen, in dessen Busen gegenwärtig ein Hafen gebaut wird. Die linke Seite ist durch ein sehr dauerhaftes Werk geschützt, an der rechten wird jetzt gearbeitet. An der Mündung des Hafens erhebt sich eine Insel, welche die Gewalt des stürmischen Meeres bricht und den Schiffen auf beiden Seiten ein sicheres Einlaufen gewährt. Sie erhebt sich durch künstliche Aufführung. Ungeheure Felsen werden auf einem breiten Fahrzeug herbeigeführt. Diese über einander versenkt, sitzen durch ihr eigenes Gewicht fest und bilden so nach und nach eine Art von Damm. Schon ragt der steinerne Rücken sichtbar hervor und bricht und hebt die heranwälzende Welle in unermessliche Höhe. Ungeheuer ist das Getöse, und das Meer umher ist weiss von Schaum. Auf die Felsen werden Pfeiler gebaut, welche später dem Gelände die Gestalt einer natürlichen Insel geben sollen. Auch wird der Hafen den Namen seines Gründers erhalten und von sehr grossem Nutzen sein, indem er an dieser langen hafenlosen Küstenstrecke einen Zufluchtsort bildet."

Der Hafen von Ancona am Adriatischen Meere verdankte ebenfalls Trajan seine Ausgestaltung. Die bei diesem Orte befindliche Bucht wurde durch die unter diesem Kaiser zur Ausführung gekommenen Kunstbauten zu einem prächtigen Hafen umgewandelt. Als sichtbares Zeichen dieser Thätigkeit und zur Erinnerung an die Errichtung des Pharus liess Trajan auf dem hohen Molo einen Triumphbogen erbauen, der diesem Kaiser, seiner Gattin Plotima und seiner Schwester Marciana geweiht wurde. Man vermuthet, dass dieser imposante und schöne Bau, der in Abb. 135 wiedergegeben ist, ein Werk des Baumeisters Apollodorus von Damaskus ist.

Unter Antonius Pius (138—161 n. Chr.) entstanden die Hafenwerke von Terracina und Gaeta.

Von der Thätigkeit der Römer auf dem Gebiete des Hafenbaues ausserhalb Italiens ist im allgemeinen weniger zu berichten, trotzdem sie naturgemäss auch in diesem Zweige in den verschiedensten Landestheilen eine nicht geringe gewesen ist, weil diese römischen Bauausführungen zu einem grossen Theil auf den Trümmern von Schöpfungen anderer Völker entstanden und sich erklärlicher Weise vielfach an diese älteren Werke anlehnten.



Abb. 135.
Mole im Hafen von Ancona mit dem Triumphbogen Trajans.

Ueber den im Beginn der Kaiserzeit von dem Römerfreund Herodes dem Grossen erbauten Hafen zu Caesarea sind eingehende Beschreibungen vorhanden, wonach dieses Werk des baulustigen Fürsten eine ganz hervorragende Schöpfung der Ingenieurtechnik war.

Herodes verstand es wie sein Vater Antipater, die Gunst der römischen Statthalter und später des Kaisers Augustus zu erlangen und sich dauernd zu erhalten, und er benutzte die ihm zu Theil gewordene Herrschaft über das Volk der Juden, um durch bedeutende Schöpfungen seiner Macht und Prachtliebe Ausdruck zu geben. Bei dem Stratons-Thurme baute er einen geräumigen Hafen, den er Caesarea nannte und dessen Grösse die des Piraeus übertraf. Der Schutzdamm hatte eine Tiefe von 20 Ellen. Zur Herstellung desselben wurden in einer Breite von 200 Fuss grosse Steine (von 50 Fuss Länge, 10 Fuss Breite und 9 Fuss Höhe) versenkt. Dieser Damm diente einerseits als Wellenbrecher, andererseits wurde auf demselben eine mächtige Mauer mit fünf starken Thürmen erbaut, deren grösster den Namen Drusus erhielt. Neben der Mauer befanden sich Gewölbe zum Aufenthalt der Seeleute. An der Mündung standen auf jeder Seite drei Kolosse auf Säulen. Die Lage Caesareas an einer Stelle des Meeres, an welcher durch den stürmischen Südwind grosse Sandmassen angehäuft wurden, machte den Bau zu einem sehr schwierigen Unternehmen. Er erforderte 10 Jahre und wurde im 28. Regierungsjahre des Herodes (9 v. Chr.) eingeweiht. Die Höhe der Mauer über dem Meeresspiegel soll 65 m gewesen sein, die unteren 33 m waren verstärkt, da sie den an dieser Stelle überaus heftigen Wogendrang des Meeres aufnehmen mussten. Die Mündung lag nach Norden, da sie so weniger den herrschenden Winden ausgesetzt war. Bei der Eröffnungsfeier fanden glanzvolle Festspiele statt, zu deren prunkvoller Ausstattung Augustus reiche Mittel gespendet hatte.

Um den ganzen Hafen erbaute Herodes in gleichmässigem Abstande von einander die schönsten Häuser. In ihrer Mitte, auf einer Anhöhe, liess er einen sowohl durch seine Schönheit als durch seine Grösse ausgezeichneten Tempel errichten, welchen die Schiffer schon aus grosser Entfernung erblicken konnten und in welchem die Kolossalstatue des Cäsar Augustus und das Standbild der Roma aufgestellt wurden. Zur Zeit der Apostel wurde dieser Hafenort ein wichtiger Mittelpunkt der Verbreitung des Evangeliums. Von hier aus wurde der Apostel Paulus nach zweijähriger Gefangenschaft über Sidon, Seleucia, Cypern und Lykien nach Rom geschafft.

Der Wasserbau gehört zu denjenigen Theilen der römischen Baukunst, über welchen durch Vitruv mancherlei interessante Angaben erhalten geblieben sind.

Vitruv behandelt die Wasserbauten in dem 12. Kapitel des fünften Buches unter dem Titel „Häfen- und Meerdämme“. Er schreibt: „Die bequeme Anlage der Häfen ist nicht zu übergehen, ich muss daher Anleitung geben, wie die Schiffe in denselben vor Stürmen zu sichern sind. Häfen, welche von der

Natur selbst durch hervorragende Landspitzen oder Vorgebirge oder Winkel geschaffen werden, sind ohne Zweifel die allerbequemsten, denn man hat nur rings umher Porticos oder Schiffsstellen, oder Gänge aus den Porticos nach den Stapel- oder Handelsplätzen anzulegen und zu beiden Seiten Thürme aufzuführen, von welchen aus vermittelst Maschinen die Ketten vorgezogen werden können. Ist aber kein bequemer natürlicher Ort vorhanden, die Schiffe vor dem Sturm zu schützen, so ist meiner Meinung nach, nichts anders zu thun, wofern kein Fluss im Wege, vielmehr an der einen Seite eine Anfurt befindlich ist, als von der andern Seite her eine Mauer oder Damm hervorlaufen zu lassen, und also den Hafen einzuschliessen. Dergleichen im Wasser zu machende Mauern sind also zu verfertigen. Man lasse Staub aus der Gegend kommen, welche sich von Cumae bis Minervens Vorgebirge erstreckt, und vermische diesen also mit Mörtel, dass er sich zu demselben wie zwei zu eins verhalte. Darauf lasse man an einem bestimmten Orte in eichene Pfähle und Ketten eingeschlossene Kasten in das Wasser hinab und befestige sie tüchtig, dann ist innerhalb derselben von kleinen Querbalken herab, der untere Boden unterm Wasser zu ebenen und zu reinigen, und endlich sammt Bruchsteinen das beschriebene Gemisch aus Mulden hinein zu schütten, bis der ganze innere Raum der Kasten mit diesem Mauerwerke angefüllt ist. Wenn aber, der Fluthen oder des offenen Meeres Ungestüms wegen, die befestigten Kasten nicht festhalten wollen, so führe man auf dem Lande am Rande des Ufers eine sehr feste Grundmauer auf, wovon jedoch nur die Hälfte horizontal, die andere aber abhängig zu machen ist. Alsdann errichte man dicht am Wasser und zu beiden Seiten auf dieser Grundmauer einen ungefähr anderthalb Fuss breiten Rand bis zur wagrechten Höhe der horizontalen Fläche und fülle darauf den Abhang mit Sande aus und mache ihn also mit dem Rande und der erwähnten Fläche der Grundmauer gleich. Ist dieses geschehen, so führe man auf dieser gesammten Fläche einen Pfeiler in erforderlicher Grösse auf, und lasse diesen, wenn er vollendet ist, wenigstens zwei Monate lang trocknen, alsdann aber breche man den Rand, der den Sand einschliesst, ab, und wie der Sand in das Wasser rinnt, so wird auch der Pfeiler nach in das Meer stürzen. Auf solche Weise kann man so weit als es nöthig ist, Dämme im Meere fortführen".

„Oben erwähnter Staub ist ein eigen Geschenk der Natur für die angezeigte Gegend. An den Orten nun, wo dergleichen nicht zu haben ist, muss man folgendermassen verfahren. Man versenke an dem bestimmten Orte doppelte Kasten, welche von den erwähnten Brettern und Ketten zusammengehalten werden; und wenn sie festgemacht sind, so trete man Kreide in rietgrasenen Körben hinein. Sobald diese wohl und fest gestampft, so lege man Wasserschnecken mit Treträdern — ingleichen Schöpfräder — (tympanum) an, und schöpfe und trockne den verschlagenen Raum aus und grabe innerhalb des Verschlags den Grund. Ist der Boden erdig, so grabe man so tief bis man auf festen Grund kommt; alsdann mauere man den Grundgraben, der breiter

als die darauf zu errichtende Mauer sein muss, mit Bruchsteinen, Kalk und Sande aus. Ist der Boden aber durchaus weich, so müssen ellerne oder ölbäumene, oder eichene Pfähle eingesenkt, und die Zwischenräume mit Kohlen ausgefüllt werden, wie solches für die Grundlage der Theater und der Stadtmauern vorgeschrieben ist. Darauf ziehe man nun eine Mauer von sehr grossen Quadersteinen, die wohl unter einander greifen, sodass die mittleren immer von zwei darüber und darunter liegenden gefasst werden. Alsdann fülle man den Raum zwischen den Futtermauern entweder mit Aestrichmasse an, oder mauere ihn aus; und das Ganze wird so beschaffen sein, dass darauf ein Thurm wird aufgeführt werden können".

„Wenn dieses vollbracht ist, hat man dahin zu sehen, dass die Schiffsstellen ja gegen Mitternacht angelegt werden; denn der Mittag bringt Fäulniss hervor, indem er durch die Hitze Holzwürmer, Holzbohrer und alle übrigen Gattungen schädlicher Insekten nicht allein erzeugt, sondern auch nährt und erhält. Uebrigens ist in diesen Gebäuden so wenig als möglich Holzwerk anzubringen, der Feuersgefahr wegen. In Anschauung ihrer Grösse lässt sich nichts genau bestimmen, sondern es müssen überhaupt die grössten Schiffe dabei zum Maassstabe dienen, damit, wenn sehr grosse Fahrzeuge hineingebracht werden, solche auch bequem darin Platz finden."

Ergebnisse des vierten Kapitels.

Die antike Seeschiffahrt wurde durch die Thätigkeit der Phönizier und Griechen zu einem bedeutungsvollen Mittel des Weltverkehrs. Die fortschreitende Entwickelung des Seeverkehrs führte zu der Schaffung zahlreicher Hafenanlagen, die in einer nicht geringen Zahl als glänzende Leistungen des antiken Ingenieurwesens bezeichnet werden müssen. Die Kenntniss dieser Werke beschränkt sich auf Schöpfungen der Phönizier (Karthager), Griechen und Römer. Ueber die Leistungen der übrigen Völker, wie namentlich der Babylonier und Aegypter, sowie der Chinesen und Inder auf dem Gebiete des Seehafenbaues liegen bis jetzt zu wenig Mittheilungen vor, um ein Bild dieser Thätigkeit entwerfen zu können.

Bei dem massgebenden Einfluss des Windes auf die antike Seeschiffahrt ist es erklärlich, dass zu einer vollendeten Hafenanlage das Vorhandensein von Ausfahrten nach verschiedenen, möglichst entgegengesetzten Richtungen gehörte und dass die in dieser Weise ausgestatteten Häfen sich bei den antiken Seefahrern eines besonderen Rufes erfreuten.

Die beschriebenen Häfen haben erkennen lassen, dass die Fundirung von Seebauten bereits grosse Fortschritte im Alterthum aufzuweisen hatte. Neben Steinschüttungen kamen Betonirungen und Senkkasten von verschiedener Form und zum Theil von sehr bedeutenden Abmessungen zur Verwendung. Die Aus-

führung dieser Arbeiten hatte znm Theil mit sehr grossen, durch die ungünstigen natürlichen Verhältnisse bedingten Schwierigkeiten zu kämpfen. Zahlreiche antike Hafenanlagen entstanden an Küsten, deren Verhältnisse für die Erhaltung dieser Schöpfungen sehr ungünstig waren. So hedeutend die Hafenhauten zum Theil waren, so unbedeutend scheinen im allgemeinen die Mittel gewesen zu sein, welche den Ingenieuren gegen die den Häfen drohende Versandung zur Verfügung standen. Bei der Erfolglosigkeit mancher dieser Anstrengungen zur Erhaltung der nöthigen Schiffahrtstiefe darf allerdings nicht vergessen werden, dass den Ingenieuren in diesem ausserordentlich schweren Kampfe durch die Zeitverhältnisse manche grosse, unüberwindliche Hemmung hereitet sein wird. Nur vereinzelt wird üher Austiefungsarheiten herichtet. So soll Aurelian die Fahrrinne des Tiber an seichten Stellen haben vertiefen lassen. Welcher Mittel sich die antiken Ingenieure hei derartigen Arheiten bedienten, ist nicht hekannt. Politischen Wirren dürfte es wohl in erster Linie zuzuschreiben sein, dass die glänzenden Werke eines Trajan nach einer verhältnissmässig kurzen Zeit ihrer Benutzung entzogen wurden. Ueher die Einzelheiten dieses allmählichen, aber sicheren Sieges der Natur über die menschliche Schaffungskraft sind wir leider nicht unterrichtet, sodass wir nicht wissen, wie die Ingenieure bemüht waren, diese Werke vor dem Untergange zu retten. Dagegen kennen wir den Verlauf des gegen die Versandung des heiligen Hafens von Ephesos geführten Kampfes. Die Hilfsmittel der Ingenieure erwiesen sich in diesem hartnäckigen Ringen zwischen Natur und Menschenmacht als zu schwach und versagten. Ein Theil dieser Niederlage muss allerdings, wie es scheint, dem gewaltthätigen Eingreifen der pergamenischen Könige zugeschrieben werden. Während die griechischen Ingenieure im allgemeinen in ihrem Heimathlande in der hier in Betracht kommenden Hinsicht mit günstigen Verhältnissen zu thun und weniger Gelegenheit hatten, ihren technischen Scharfblick nach dieser Richtung hin darzuthun, haben sie in der Herstellung des Hafens von Seleucia Pieria den Beweis eines ganz hervorragenden Könnens hinterlassen. Die geniale Komhination der einzelnen Bautheile zur Erfüllung verschiedener Zwecke und die Ausnutzung ungünstiger Naturverhältnisse, wie z. B. die Verwendung der Gehirgswässer zur Spülung der Hafenbassins, stempeln diesen Hafenbau zu einer ganz besonders beachtungswerthen technischen Schöpfung, die in Verbindung mit andern Wasserbauten der Griechen es gerechtfertigt erscheinen lässt, diesem Volke die erste Stelle auf dem Gebiete des antiken Hafenbaues zuzuweisen.

Litteratur-Nachweis zum vierten Kapitel.

Breusing, Die Nautik der Alten.
Werner, Atlas des Seewesens.
Pietschmann, Geschichte der Phönizier.
Allen, On the Island of Ruad, North Syria. The ancient Harbour of Seleucia in Pieria (The Journal of the Royal Geographical Society. London, 23. Bd., 1853).
Ritter, Erdkunde, XIX. Theil, 3. Buch: West-Asien. Kleinasien Bd. 2.
Beulé, Nachgrabungen in Karthago.
Schubring, Motye-Lilybaeum (Philologus, Bd. 24).
Movers, Das phönizische Alterthum.
Davis, Karthago und seine Alterthümer.
Bastian, Geographische und ethnologische Bilder.
Hirt, Die Geschichte der Baukunst bei den Alten.
Dorn, Die Seehäfen des Weltverkehrs.
Stade und Holtzmann, Geschichte des Volkes Israel.
Beaufort, Karamania.
Böckh, Die Staatshaushaltung der Athener.
v. Hellwald, Die Kulturgeschichte in ihrer natürlichen Entwicklung bis zur Gegenwart, 2. Bd., 4. Auflage.
Torr, Rhodes in ancient times.
Cavallari e Holm, Topografia Archeologica di Siracusa.
Archäologische Funde im Jahre 1896 (Jahrbuch des kaiserlichen deutschen archäologischen Instituts, 1897).
Koldeway, Die antiken Baureste der Insel Lesbos.
Hirschfeld, Die Peiraieusstadt (Berichte der sächsischen Gesellsch. der Wissenschaften, 1878).
Curtius, Beiträge zur Geschichte und Topographie Kleinasiens (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1872).
Ulrichs, Ueber das attische Emporium im Piraeus (Zeitschr. f. Alterthumswissensch. 1844).
Ross, Reisen auf den griechischen Inseln.
Ritter, Ueber einige verschiedenartige charakteristische Denkmale des nördlichen Syriens (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1854).
Blouet, Expédition scientifique de Morée.
Texier, Description de l'Asie Mineure, Bd. I.
Berliner philologische Wochenschrift 1883.
Graser, Meine Messungen in den altathenischen Kriegshäfen (Philologus, Bd. 31).
Marquardt, Das Privatleben der Römer, II. Theil.
Jordan, Die Küste von Puteoli auf einem römischen Glasgefäss (Archäoleg. Zeitung 1868).
Lanciani, Ancient Rome in the light of recent discoveries.
Hülsen, Vierter Jahresbericht über die Topographie der Stadt Rom (Mittheilungen des kaiserl. deutschen archäologischen Institute. Römische Abtheilung, Bd. 8).
Hirt, Ueber die Baue Herodes des Grossen überhaupt und über seinen Tempelbau zu Jerusalem insbesondere (Abhandlungen d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1816 17).
Nissen, Italische Landeskunde, I. Bd.
Baumeister, Denkmäler des klassischen Altarthums.

Fünftes Kapitel.

Städtebau.

1. Allgemeines.

Die Gründung von Städten war in kultureller Beziehung ein sehr bedeutungsvolles, von weittragenden Folgen begleitetes Ereigniss, begann doch mit ihrer Entstehung eine höhere Entfaltung der Kultur. Hirschfeld hat die grosse Bedeutung hervorgehoben, welche der bewirkten Zusammenziehung von bisher zerstreut Wohnenden zum Zwecke des gemeinsamen Wohnens beizulegen ist, und betont, wie die Ueberlieferung diese folgenreiche That mit den grössten Namen der Vorzeit in Verbindung gebracht hat, so mit Menes in Aegypten und mit Theseus in Griechenland.

Für die ältesten Städte, diejenigen Mesopotamiens, ist eine derartige Ueberlieferung bis jetzt allerdings nicht vorhanden. Uralt wie die Kultur dieses Landes sind die ersten Städte, die hier entstanden. Zu ihnen dürfen wohl Babylon, Nippur, Erech, Larsam und Ur zu rechnen sein. Unsere Kenntniss der ersten Entwickelungsperiode des Städtebaues ist eine sehr beschränkte, doch ist zu hoffen, dass nach und nach eine stete Bereicherung derselben eintritt.

In der Periode, aus welcher wir Nachrichten besitzen, wiesen die mesopotamischen Städte bereits ein regelmässiges Strassennetz auf.

Eine solche Regelmässigkeit war bei allen Städten, die in der Ebene entstanden, leicht ausführbar, da die Natur hier der Durchführung einer Anlage nach der Schablone keine Schwierigkeiten bereitete. Diese schematische, regelmässige Stadtform konnte sowohl in Mesopotamien wie in Aegypten und China ohne Schwierigkeiten angewandt werden. Der Wille des Gründers war allein für die Gestaltung der Stadt massgebend, und fehlte somit der innige Zusammenhang zwischen der Stadtgestaltung und der Stätte, an der sie emporwuchs, wie sich solcher in seinen ersten Keimen bei einigen alten Städten Kleinasiens erkennen lässt. Für ein derartiges Wechselverhältniss zwischen Stadt und ihrer Stätte hatte der fein ausgebildete Sinn der Griechen ein grosses Verständniss.

und diese natürliche Veranlagung hatte zur Folge, dass es diesem Volke beschieden war, sehr glänzende Leistungen in der antiken Städtebaukunst hervorzubringen. An den griechischen Städten lässt sich am anschaulichsten der Entwickelungsgang der Städtebaukunst in seinen verschiedenen Stadien verfolgen.

Für die Wahl des Ortes der zukünftigen Stadt waren je nach den Zeitverhältnissen die Rücksichten auf den Verkehr oder die Schutzmöglichkeit von ausschlaggebender Bedeutung. Während die Technik den Mangel eines natürlichen Schutzes zu ersetzen vermochte, konnte die Natur allein alle jene Bedingungen schaffen, die nöthig waren, einem Erdfleck eine günstige Lage in Bezug auf die Verkehrsverhältnisse zu verleihen und zu sichern. In letzterer Beziehung war die Lage Babylons eine günstige, und sie trug schon in der frühesten Periode viel zur Hebung dieser Stadt bei. Später gingen von hier aus Karawanenstrassen nach Syrien und Arabien, und der Schiffsverkehr erstreckte sich stromaufwärts bis zu den syrischen Königsstädten. Der gesammte Handel mit Vorderasien strömte zeitweilig an diesem Orte zusammen. Das Babylon der Zeit Nebukadnezars erfreut sich eines unsterblichen Rufes.

Bereits frühzeitig wurden in Mesopotamien die Städte mit Wällen und Mauern zum Schutze gegen feindliche Angriffe umgeben; wie in Aegypten, so wurde auch in dem Zweistromland das Wasser in weitgehendem Maſse zum Schutze ausgenutzt, eine Vertheidigungsweise, die sich ja bis in unsere Tage erhalten hat und der wir manches malerische Städtebild des Mittelalters zu danken haben. Die Stadtmauern der mesopotamischen Städte waren nach dem übereinstimmenden Zeugniss der alten Schriftsteller von aussergewöhnlich grosser Höhe und Stärke. Ihre von Herodot und Diodor angegebenen Maſse rufen zwar den Eindruck der Uebertreibung hervor, aber wie Layard bestätigt, ist es sehr wahrscheinlich, dass dieselben in Bezug auf ihre Stärke jede moderne Anlage dieser Art übertrafen.

Herodots Beschreibung lautet folgendermassen:

„Dieselbige Stadt ist also beschaffen: sie liegt in einer grossen Ebene und ist ein Viereck, und jegliche Seite desselben beträgt 120 Stadien — (22,5 Kilometer) —, das macht im Ganzen einen Umkreis von 480 Stadien (90 Kilometer). Keine Stadt aber ist so prächtig gebaut, soviel wir wissen. Denn erstlich läuft ein Graben umher, der ist breit und tief und voll Wassers, dann eine Mauer, die ist fünfzig königliche Ellen breit und zweihundert Ellen hoch ... Und rings umher in der Mauer waren hundert Thore ganz von Erz. Die Stadt aber besteht aus zwei Theilen, denn mitten durch fliesset ein Strom, der da heisset Euphrates. Die Mauer macht nun von beiden Seiten einen Winkel an dem Fluss, und dann kommt eine Mauer von Backsteinen an beiden Ufern des Flusses entlang. Aber die Stadt selber besteht aus lauter Häusern von drei bis vier Stockwerken und ist durchschnitten von geraden Strassen, die längs gehen oder quer durch nach dem Flusse zu. Und am Ende einer jeglichen

Strasse waren Pforten in der Mauer an dem Flusse, soviel Strassen, soviel Pforten. Auch diese waren von Erz. Die erste Mauer nun ist gleichsam der Stadt Panzer, innerhalb läuft noch eine zweite umher, die ist nicht viel kleiner als die erste, jedoch etwas schmaler. Und in der Mitte einer jeglichen Hälfte der Stadt stehet ein befestigter Bau, nämlich in der einen die Königsburg, die ist umgeben mit einer grossen und starken Mauer, und in der anderen das Heiligthum des Baal mit ehernen Thoren. Das war noch zu meiner Zeit zu sehen und ist ein Viereck, jegliche Seite zwei Stadien lang. Und in der Mitte desselbigen Heiligthums war ein Thurm gebaut, durch und durch von Stein, ein Stadium lang und breit, und auf diesem Thurm stand ein anderer Thurm und auf diesem wieder ein anderer und so acht Thürme, immer einer auf dem andern. Auswärts aber um alle die Thürme herum ging eine Wendeltreppe hinauf .... und in dem letzten Thurm ist ein grosser Tempel des Baal."

Herodot berichtet des Ferneren, wozu man die Erde benutzte, welche durch die Ausgrabung der die Stadt umgebenden Wassergräben gewonnen worden war, und in welcher Weise die Stadtmauern aufgeführt wurden. Er schreibt: „Aus der Erde, welche durch das Graben aufgehäuft wurde, formte man Backsteine, und wenn eine gehörige Anzahl beisammen war, brannte man sie in Oefen. Dann fütterte man damit den Graben aus und führte die Mauer selbst auf; als Mörtel verwandte man heisses Erdharz und legte allemal auf die dreissigste Backsteinschicht eine Lage von Rohr. Oben auf der Mauer standen an den Rändern derselben Häuserchen, deren Eingänge sich zugewandt waren, zwischen welchen aber noch so viel Raum gelassen war, dass ein Viergespann drehen konnte".

Ueber die beiden Mauern, die einst Babylon umgaben, und auf deren innere sich nach Opperts Ansicht die zwischen 360 und 385 Stadien schwankenden Längenangaben von Ktesias, Klitarch, Curtius und Strabo beziehen dürften, giebt eine Inschrift Kunde, welche Justi nach Rawlinson wie folgt wiedergieht:

„Die doppelte Mauer, welche Nabopolassar, mein Vater, angelegt aber nicht vollendet hatte, brachte ich zu Ende, Nabopolassar legte ihren Graben an. Mit zwei langen Eindeichungen von Backsteinen und Asphalt fasste er sein Bett ein. Er machte die Eindeichung des Arakha. Er fütterte die andere Seite des Euphrat mit Backsteinen aus .... Imgur-Bel und Nivitti-Bel vollendete ich (Nebukadnezar). Mit zwei langen Eindeichungen von Backsteinen und Asphalt baute ich die Wangen des Grabens und verband mein Werk mit dem meines Vaters. Ich festigte die Stadt. Ueber den Strom hin führte ich die Backsteinmauer von Babylon .... Ich machte den Weg der (Göttin) Nana, der Beschützerin ihrer Verehrer. Die grossen Thore des Imgur-Bel und Nivitti-Bel wurden von dem Reservoir Babylons zur Zeit der Ueberschwemmung bespült, deshalb errichtete ich die Thore und baute ihnen Fundamente zum Schutz gegen das Wasser .... Ausser Imgur-Bel, der unerstürmbaren Befestigung Babylons,

errichtete ich innerhalb Babylons auf der Ostseite des Stromes eine Befestigung, wie sie kein König vor mir errichtet hatte, nämlich einen langen Wall, als eine besondere Vertheidigungslinie. Ich grub den Graben und fütterte sein Bett mit Backsteinen und Asphalt. Ich schmückte seine Thore. Die Flügelthüren und Pfosten bekleidete ich mit Kupfer. Gegen andringende Feinde, welche den Männern von Babylon feindlich wären, brachte ich grosse Wasseranlagen, tief wie der Ocean, in Gang, doch erlaubte ich diesen Wassern nicht über ihr Bett zu treten, welches ich mit einer Backsteinbrüstung eindämmte. So vollendete ich die Festigkeit der Vertheidigung Babylons. Möge sie ewig dauern.“

Den Tunnel unter dem Euphrat, der nach Ktesias und Diodor von einem Stadttheil nach dem anderen geführt hat und für dessen Erbauung der



Abb. 136.
Stadtplan von Babylon.

Fluss, wie bei dem Brückenbau, abgeleitet worden sein soll, hat Rawlinson in das Reich der Erfindungen verwiesen. So lange nicht Beweise für dessen einstige Existenz aufgefunden sind, muss wohl der Ansicht dieses Forschers beigestimmt werden.

Der Plan Abb. 136 giebt ein Bild der Stadtanlage von Babylon auf Grund von Beschreibungen und aufgefundenen Resten. Das Material der mesopotamischen Städte bestand in der Hauptsache aus an der Luft getrockneten Lehmziegeln. An den Stellen, an welchen das für die Ziegel erforderliche Material entnommen wurde, entstand rings um die Stadt ein Graben, wenigstens war solches in Babylon der Fall. Häufig wurden diese aus getrockneten Lehmziegeln, d. h. Erde hergestellten Mauern mit Quadern oder Platten, die sorgfältig bearbeitet und von regelmässiger viereckiger Form waren, belegt, sodass

diejenigen, die mit der Erbauungsweise derartiger Mauern nicht bekannt waren, glaubten, dieselben seien ganz aus Stein errichtet. Diese steinerne Bekleidung erstreckte sich in manchen Fällen nur auf bestimmte Theile der Wallmauern, wie z. B. Xenophon dieses von Mespila und Larisa berichtet.

Die mesopotamischen Städte waren genau nach den Himmelsrichtungen orientirt, was bei einem Volke, bei dem die Kunde der Gestirne eine so grosse Rolle spielte, nicht überraschen kann.

Der Anblick der babylonischen Städte war nach dem Zeugniss der alten Schriftsteller ein ausserordentlich mächtiger. Schon aus weiter Ferne zeigten sich dem Blick die hohen Mauern und Thürme und die von denselben eingeschlossenen hochgebauten Paläste und die terrassenförmig emporstrebenden Göttertempel. Die Grösse des für diese Städte erforderlichen Terrains war eine ganz enorme, drei Tage gebrauchte man, um Ninive zu durchwandern, und von Babylon wird berichtet, dass es so weitläufig gewesen sei, dass ein Theil der Stadt bereits in den Händen der Feinde sich befand, als man noch in dem Stadtmittelpunkt Feste feierte.

Ein höchst anschauliches und interessantes Bild des Babylons Nebukadnezars hat Delitzsch entworfen, das hier in einzelnen seiner Züge wiedergegeben werden soll.

„Durch ein Thor, nicht allzu ferne von der Südostecke der Mauer, betreten wir die eigentliche Stadt. Wir folgen einer breiten, augenscheinlich sorgfältigst gepflegten, aber feierlich einsamen Strasse eine kurze Strecke nach links, überschreiten auf einer prachtvollen Brücke den Ostkanal Babylons, Bibil-chegalla (oder chigalli), und biegen dann rechts ab in der Richtung nach dem Euphrat zu, in das eigentliche Häusermeer Babylons. Ein Labyrinth von Strassen und Gassen nimmt uns auf, nicht als wäre es ein Labyrinth durch die unregelmässige Anlage der Gassen, im Gegentheil, sind alle gerade, sowohl die, welche zum Euphrat führen, als auch die übrigen, aber gerade diese Regelmässigkeit ist verwirrend und lässt den Fremden sich in den langen Zeilen von 3—4stöckigen Häusern nur schwer zurechtfinden. Der Stadttheil, den wir betreten haben, ist der der Kaufleute, Handwerker und Krämer, alle die Manufakturen, durch welche Babylon von Alters her berühmt ist, werden hier betrieben und als Handelsartikel auf den Markt gebracht. Alle Strassen sind voll regst pulsirenden Lebens, geräuschvollsten Treibens. Das rege Leben erhält sich nicht nur, sondern steigert sich noch, je weiter wir die eingeschlagene gerade Strasse verfolgen, bis wir durch eines der jede Strasse abschliessenden ehernen Pförtchen hindurch die längst des Flusses sich hinziehende Backsteinmauer passiren und mit dem Euphrat, der in erhabener Ruhe dahinfliesst, ein neues lebendiges Bild vor unsern Augen sich aufthut. Seine Ufer sind an sich flach, aber Nebukadnezar hatte zu beiden Seiten des Stromes durch Höhe und Grösse bewunderungswürdige Quais aufführen lassen. Waaren in Fülle liegen auf ihnen aufgestapelt, solche, welche stromabwärts von Armenien, Mesopotamien, Syrien hergebracht wurden, unter

diesen ganz besonders zahlreich aus Palmenholz gefertigte und mit Wein gefüllte Fässer, und wieder andere, welche von Süden her eingeführt sind oder südwärts weiter befördert werden sollen. Phönizische und armenische Schiffer, Kaufleute der verschiedensten Nationalität und Sprache drängen sich an den Ufern, während der Euphrat selbst von Fahrzeugen aller Grössen und Arten wimmelt. Wenig nur vom Euphrat in die Stadt zurückbiegend, erreichen wir, nunmehr nordwärts uns wendend, die grösseren Handlungshäuser, deren Mittelpunkt das auf einer Terrasse errichtete palastartige königliche Bankhaus bildet. Hier koncentrirt sich der Grosshandel, alle grösseren und wichtigeren, privaten, wie öffentlichen Handelsgeschäfte werden hier abgeschlossen. In und ausserhalb der weiten Höfe der betreffenden Gebäude bewegt sich eine geschäftige Menge. Hier werden die Abgaben bezahlt für die Benutzung von Strassen und Kanälen, wird der Zoll entrichtet für die Einfuhr in Babylon, hier werden Geldanleihen zu so und so viel monatlichen Zinsen, hier Lieferungsverträge in Getreide und Datteln, Bauholz und Ziegeln abgeschlossen; hier werden Häuser mit oder ohne Inventar, Schiffe, Kähne vermiethet, gekauft und verkauft, unter Zuziehung von Feldmessern Felder verpachtet oder sonst verhandelt, Arbeiter vermiethet, Sklaven und Sklavinnen auf den Markt gebracht und was dergleichen Geschäfte mehr sind. Die Kaufbedingungen und sonstigen Vereinbarungen, zunächst vielleicht auf Papyrus oder dem ähnliche Stoffe notirt, werden dann auf Thontafeln sorgfältig mit Keilschrift geschrieben, in welche jede der beiden Parthien ihr Siegel oder in Ermangelung eines solchen, den Fingernagel eindrückt, worauf das Täfelchen gebrannt wird. Ein ganzes Heer solcher Tafelschreiber ist mit dem Schreiben solcher Kaufverträge, Schuldscheine, Rechnungen, Quittungen beschäftigt, und die Schreiber der Hauptstadt Babylons sind, wie sich denken lässt, die besten und gewandtesten des ganzen Landes. Je weiter wir nun von dem merkantilen Mittelpunkt Babylons, der „City" sozusagen, nordwärts wandern, in mässiger Entfernung vom Euphrat, werden die Strassen stiller und vornehmer, in ihren grossen palastartigen Häusern wohnen die Magnaten und Geldfürsten, die babylonische Aristokratie, ebenso berühmt durch hohe Bildung als durch Luxus und Genusssucht. Indem wir noch einmal den Ostkanal Babylons — und zwar in entgegengesetzter Richtung als vorher — überschreiten, betreten wir einen weiten, prächtigen Platz, von kleinen Kanälen und Teichen durchschnitten und mit seltenen Sträuchern und schattigen Bäumen wundervoll bepflanzt. In der Südwestecke dieses Platzes oder besser Parkes mit Namen „Babelsplatz" liegt, auf seiner einen Seite vom Euphrat bespült, der grosse Tempel Babylons, durch viele Jahrhunderte hindurch das Nationalheiligthum Gesammtbabylons, das „hochragende Haus" Esagila, der Tempel Merodachs, des Stadtgottes von Babylon, der „Palast Himmels und der Erde", in majestätischer Ruhe von hoher Terrasse herniederblickend. Gleich allen hervorragenden Gebäuden ist auch Esagila auf einem riesigen Unterbau von Ziegeln errichtet. Durch diese auf Bergquadern gegründeten, künstlichen, aufgeschütteten und ummauerten

Terrassen entging man nicht allein dem Bereich der Ueberschwemmung, sondern erhob sich zugleich über die Fieberlüfte wie über die Mückenschwärme, welche die Flussufer heimsuchen. Auf der Höhe dieser weiten Terrassen, zu welchen breite Treppen emporführten, fühlte man schon kühlere Lüfte. Auf einer solchen hohen und geräumigen Terrasse stand auch das uralte Heiligthum Babylons, Esagila, der Tempel des „Götterherrn" Merodach und seiner Gemahlin Zerbanit. Ein wunderbarer Tempel, nicht allein wegen seines ehrwürdigen Alters, sondern zugleich wegen seiner äusseren Pracht und der in seinen Schatzkammern aufbewahrten Kostbarkeiten aller Art. Innerhalb eines weiten Vorhofes mit goldenen Altären erhebt sich der säulengetragene Bau. Seine beiden Eingänge, das sogenannte „Prachtthor" und das „Evida-Thor", welch' letzteres zugleich eine herrlich ausgeschmückte Kapelle des Gottes Nebo, des Sohnes Merodachs, enthält, strahlen von Gold, während die Wände des Tempels in Marmor und Alabaster erglänzen. Vor allem aber war das Allerheiligste, des Gottes Merodach eigenste Wohnung, das Göttergemach, mit verschwenderischster Pracht ausgestattet. Die Wände aus gediegenem Gold, als Bedachung die schönsten Cedern vom Libanon, mit Gold überzogen und auf den unteren Flächen mit funkelnden Juwelen besetzt — so hatte Nebukadnezar seines Gottes Gemach „sonnengleich strahlend" gemacht.

Besonderer Pomp ward natürlich bei hohen Festen entfaltet, sonderlich beim Feste des Jahresanfangs, zu welchem von nah und fern die Bewohner Babyloniens nach der Hauptstadt hineinströmten. Da wurde Merodachs Bild, desgleichen das seines Sohnes Nebo auf prächtigen, „gleich den Sternen des Himmels" von Edelsteinen glänzenden Götterschiffen in feierlicher Procession durch Babylon getragen und zwar auf einer hierzu besonders angelegten Feststrasse. Nabopolassar hatte diesen Processionsweg herzurichten angefangen. Er nahm seinen Ausgang bei einem Heiligthume innerhalb des Tempelkomplexes von Esagila, „die glänzende Wohnung" oder „das Allerheiligste der Geschicke" genannt, in welchem nach babylonischem Glauben die Schicksalsgötter am 8. und am 11. Tage des ersten Monats sich vor Nebo, dem König Himmels und der Erde, versammeln und in anbetender Stellung aus seinem Munde die Geschicke des Jahres, der Zukunft nehmen. Von dort aus hatte Nabopolassar die Feststrasse bis zum ninischen Thore geführt, und Nebukadnezar hatte sie dann noch weiter längs der Mauer hingeführt vom „Glanzthor" bis zum Thor Nana-sakipat-tebesa" und von da aus mittelst einer breiten Brücke über den Ostkanal von Babylon hinaus. Es ist die Strasse, die wir beim Beginn der Wanderung betraten. Nördlich von Esagila auf eben diesem weiten „Babelsplatz" und ebenfalls vom Euphrat auf der einen Seite bespült, lag nun aber weiter der Königspalast, ziemlich den Mittelpunkt der Stadt bildend. Der Palast, welchen Nabopolassar sich erbaut und mit einer grossen und starken Rmfassungsmauer umgeben hatte, war schon zu Nebukadnezars Zeit der Uestaurirung bedürftig geworden, indem das Fundament infolge von Hochwasser

da und dort nachgegeben hatte. Nebukadnezar aber, vor allen übrigen babylonischen Königen voll besonderer Fürsorge für Babylon, der Stadt Merodachs, hatte den Verfall nicht allein wiederhergestellt, den Palast neugegründet und „gebirgsgleich" hoch aufgeführt, sondern auch noch erweitert und ihn dann angefüllt mit der Beute seiner Feinde. Auch dieser Königspalast ist natürlich auf einer hohen Terrasse erbaut. Aber während Esagila aus einem Hauptgebäude besteht, um welches sich dann die Priesterwohnungen hinziehen, bildet der Palast an sich eine kleine Stadt, indem sich um zahlreiche Höfe zahllose Gemächer und Gallerien gruppiren.

Es ist von alters her ein eigenthümlicher Charakterzug der orientalischen Völker, dass der Nachfolger eine Unternehmung seines Vorgängers in der Regel nicht fortsetzt, sondern etwas Neues anfängt. Noch heute kann man dies nicht nur bei Regenten, sondern auch bei anderen reichen Leuten und hohen Beamten beobachten. Was der Vorgänger mit dem grössten Aufwand begonnen hat, bleibt unvollendet liegen und zerfällt. So bauten sich die Perserkönige auf der Burg zu Susa jeder seine eigene Wohnung und Schatzkammer, und ebenso war es Brauch bei Assyrern und Babyloniern. Wir können uns jetzt, nachdem die assyrischen Paläste ausgegraben sind, auch nicht sehr darüber wundern. Die grossen Hallen waren geschmückt mit den Darstellungen der Thaten ihres Erbauers und die Fussböden verkündeten in langen Inschriften nur seinen Ruhm; wie hätte in einem solchen Palast der Nachfolger wohnen und die demüthigen Huldigungen fremder Völker entgegen nehmen können! So wollte auch Nebukadnezar seinen besonderen Palast zur Verherrlichung seines Ruhmes und zur Unsterblichkeit seines Namens erbauen. Er hätte dies auch unfern des Palastes seines Vaters leicht gekonnt; dehnte sich doch noch weithin nordwärts zwischen Euphrat und Imgur-Bel der grosse Babelsplatz aus. Aber auf diesem Platze den neuen Palast aufzuführen, hinderte den König seine Frömmigkeit. Denn der Platz gehörte Esagila, dem Gotte Merodach und dessen Priesterschaft zu eigen. Die Anpflanzungen dieses Götterhains aber auch nur theilweise zu verletzen und niederzuschlagen, die ihn durchziehenden Kanäle und Wasserleitungen zu verstopfen, konnte sich Nebukadnezar nie entschliessen, „da die Furcht Merodachs, seines Herrn, wohnte in seinem Herzen". So beschloss denn der König, jenseits dieses Platzes einen Palast für seine Majestät zu bauen, und zwar einen Palast, der nicht so sehr durch seinen Umfang und seine Stärke, als durch die Neuheit des Gedankens und die Genialität und Pracht seiner Ausführungen zu imponiren bestimmt war, diesen Zweck aber auch völlig erfüllte; galt er doch auch den Griechen als eines der Wunderwerke der Welt! Draussen an der Nordwestecke der Mauer Imgur-Bel, wo er schon früher zum Flankenschutze Esagilas und Babyloniens zwei hohe Schanzen oder Wälle aus Asphalt und gebrannten Backsteinen aufgemauert hatte, dort, zwischen diesen in der Wassertiefe gegründeten und zum Himmel emporragenden Wällen, liess Nebukadnezar seinen neuen Wunder-

bau aufthürmen. Es war ein terrassenförmiger Bau, auf dessen höchster Spitze der, wie es scheint, aus leichtem Material erbaute Königspalast sich erhob, bedacht mit mächtigen Gebirgscedern und Cypressen von auserlesener Pracht, die Thürflügel aus wohlriechenden Holzarten, mit Elfenbein ausgelegt und eingefasst von Silber und Gold, die Spitze des Palastes in weissem Marmor weithin über das Land erglänzend. Auf den durch Treppen mit einander verbundenen Terrassen selbst aber waren Bäume gepflanzt, die hohlen und mit Erde gefüllten Pfeiler vermochten die Wurzel der grössten Bäume zu fassen, und grosse Wasserwerke, die mit dem Euphrat in Verbindung standen, führten das zur Bewässerung des Gartens wie zum Speisen der Springbrunnen nöthige Wasser empor. Nebukadnezars Gemahlin, eine medische Prinzessin, hatte sich diesen Garten gewünscht, um in der babylonischen Tiefebene einen Anblick ähnlich den Bergen und Parkanlagen ihrer Heimath zu haben, und der babylonische König hatte — ein zweites Wunder — den „zum Staunen der Menschheit verschwenderisch ausgestatteten" Bau binnen fünfzehn Tagen aus der Erde gezaubert!

Die vorstehend wiedergegebene Beschreibung ist auf Grundlage vorhandener Reste der einstigen Herrlichkeit und einer genauen Kenntniss der Verhältnisse aufgebaut. So finden sich noch gewaltige Ueberreste der erwähnten einst unter den babylonischen Königen geschaffenen Ufermauern. Dieselben stehen jetzt vielfach unter Wasser, da der Euphrat im Laufe der Jahrhunderte sein Bett verschoben hat. Ker Porter hat eine Quaimauerstrecke aufgefunden, deren Höhe 60 Fuss beträgt. Die zu diesem Bau verwandten Steine sind roth und vollständig von Asphalt umgeben. Die Gesammtlänge der Quaimauer betrug 160 Stadien. Dieselbe folgte den Krümmungen des Flusslaufes, fasste denselben jedoch geradlinig ein. Die Häuser der Stadt waren von Ziegelsteinen und Palmenbalken errichtet, besassen drei bis vier Stockwerke und scheinen mit kuppel- oder kegelförmigen Lehmdächern überdeckt gewesen zu sein.

Eine Vorstellung der bei Herstellung der Terrassenbauten geleisteten Arbeit geben die von Jones angestellten Berechnungen. So enthalten zwei Hügel bei Kujundschik, die künstlich aufgeführt sind, 6½ und 14½ Millionen Tonnen Erde. Zu der Aufführung derselben waren demnach 1000 Arbeiter während eines Zeitraums von 54 resp. 120 Jahren erforderlich. Nimmt man eine Herstellungszeit von nur 10 Jahren an, so hätten 5400 resp. 12000 Arbeiter beschäftigt werden müssen.

Die Städte Persiens und Mediens wiesen zum Theil grosse Aehnlichkeit mit dem mesopotamischen Stadtbild auf, wie die Beschreibungen von Persepolis, das ebenfalls in dem Terrassen-Stil errichtet war, ergeben. Andererseits finden sich jedoch auch in diesen Ländern bereits Spuren von Stadtanlagen, die sich in ihrem Charakter den Hügelstädten näherten, wie z. B. Ecbatana. Nach Herodot war es Deiokes (etwa 700 v. Chr.), der die Meder bewog, sich in einer sorgfältig geordneten Stadt anzubauen, die er Agbatana nannte und

mit grossen und starken Ringmauern umgab, von welchen eine immer innerhalb der anderen derart errichtet wurde, dass die eine Ringmauer gerade um die Höhe der Schutzwehr die andere überragte. Auch die Zinnen dieser Mauern waren, wie dieses von Babylon berichtet wird, bunt gefärbt, welche Färbung durch farbige Glasur der gebrannten Ziegelsteine bewirkt wurde, aus welchem Material vielleicht auch die versilberten und vergoldeten Schutzwehren hergestellt waren. Der Schmuck, welchen diese Glasursteine den Städten verliehen, muss ein ganz besonders farbenprächtiger gewesen sein. Alexander soll in seinem masslosen Schmerz über Hephästions Tod zum Zeichen seiner Trauer von allen Festungsmauern diese farbigen Zinnen haben abschlagen lassen.

Persepolis war nach Diodor die reichste Stadt unter der Sonne. Dieselbe lag in der Ebene, die Burg war mit einer ungeheuren, dreifachen Mauerverschanzung umgeben. Die erste Mauer bestand aus kostbaren Werkstücken mit Brustwehren und Zinnen, die zweite war ähnlich gebaut, doch doppelt so hoch, nämlich 32 Cubitus, die dritte war 60 Cubitus hoch und aus den härtesten Steinen. Auf jeder Seite waren eherne Thore und 20 Cubitus hohe eherne Pallisaden vorhanden. Die Burgterrasse und die zu ihr hinaufführende Doppeltreppe, nach Niebuhr die dauerhafteste und schönste der Welt, war von ausserordentlicher Pracht und Schönheit. Sie ermöglichte es, dass zu gleicher Zeit vier verschiedene Festzüge zu der Säulenhalle emporsteigen konnten.

Die Städte der Aegypter entstanden entweder hart am Ufer des Nils oder doch nicht weit von dem Flusse entfernt. Bei den regelmässig eintretenden langandauernden Ueberschwemmungen war es nöthig, sie über das Niveau des Hochwassers anzulegen, zu welchem Zwecke ausgedehnte Terrainerhöhungen vorgenommen wurden. Die Grundform dieser Erdhügel dürfte ein Viereck gewesen sein. Nach Herodot und Diodor sind namentlich den beiden Herrschern Sesostris und Sabako umfangreiche Arbeiten dieser Art zu danken. Die Art und Weise, in welcher diese Aufhöhungen ausgeführt wurden, hat man durch Aufgrabungen ermittelt. Hiernach sind auf der Fläche, auf welcher das Häuserviertel geschaffen werden sollte, parallel laufende Mauern, in bestimmten Abständen von einander, errichtet worden, die von Quermauern rechtwinklig geschnitten wurden. Die so entstandenen viereckigen Zellen wurden mit Material der verschiedensten Art ausgefüllt. Die Hausfundamente ruhten auf diesen Untergrundmauern. Nur an einer Stelle sind bis jetzt im Nilthal Spuren entdeckt, welche die Anordnung der ägyptischen Städte haben erkennen lassen. Diese Ueberreste gehören der Hauptstadt Amenophis IV. an, die nach Aufgabe von Theben angelegt, doch bald wieder verlassen wurde. Man hat hier die Reste einer grossen Strasse aufgefunden. Sie lief dem Flusse parallel und besass eine Breite von 25 m. Schmälere Strassen schnitten diese Hauptstrasse im rechten Winkel. Die Letzteren sind zum Theil so schmal, dass zwei Wagen nicht aneinander vorüber zu fahren vermochten. Das Hauptviertel lag im Norden, in der Nachbarschaft eines grossen rechteckigen Bezirks, welcher

den Tempel der Sonnenscheibe einschloss. In diesem Stadttheil lagen bedeutende, mit geräumigen Höfen ausgestattete Wohnsitze.

In Theben waren in der Oststadt die Häuser durch Hauptstrassen in Viertel getheilt. Von den Hauptstrassen hiessen einige „Königsstrassen“. Die von ihnen umgebenen Häuserviertel wurden von schmalen Gassen durchschnitten. Die grosse Sphinxstrasse nahm bei den Obelisken von Luksor ihren Anfang. Sie hatte bis zum Nil eine Länge von über 2000 m und besass eine Breite von über 20 m, und dürfte von etwa 1000 Sphinxen eingefasst gewesen sein. Diese Strasse sowohl wie die anderen zahlreichen Sphinxstrassen besassen jedoch nicht den Charakter von städtischen Strassen.

Das Strassenbild, welches die ägyptischen Städte gewährten, war wahrscheinlich ein ziemlich eintöniges, da die Häuser, und namentlich die besseren, der Strasse eine kaum durchbrochene, weissgetünchte oder steingraue Mauer zukehrten.

Im allgemeinen herrscht die Ansicht, dass die Städte der Aegypter hinter den diesbezüglichen Leistungen anderer antiker Völker zurückstehen. Maspero ist jedoch entgegengesetzter Ansicht und glaubt, dass die ägyptischen Stadtanlagen zum Theil sehr hervorragend gewesen seien. Dieser Frage ist nach seiner Meinung bisher nicht genug Beachtung zugewandt worden, um sie endgültig entscheiden zu können. Wie fast alle Städte des Alterthums, so wiesen auch die ägyptischen Umwallungen auf. Die auf uns gekommenen Abbildungen aus der Zeit der Ramseniden (Ende des 2. Jahrtausend v. Chr.) zeigen hohe, verzierte Mauern mit und ohne Thürme. Nach den Resten der Ummauerungen war ihre Stärke etwa 20 m, ein Mass, das mit Rücksicht auf den schlechten Untergrund und auf die geringwerthige Beschaffenheit des Materials — an der Sonne getrocknete Nilschlammziegel — als ein angemessenes erscheint. Die Höhe schätzt man bis auf 100 Fuss.

Die Zahl der Städte war eine sehr grosse. Wie im übrigen Orient, so pflegte auch in Aegypten jeder Herrscher sich eine neue Residenz zu erbauen, wodurch nicht selten gleichsam eine Verschiebung der Städte eintrat.

Die chinesischen Städte wurden, wenn das Terrain solches irgend gestattete genau nach den Himmelsrichtungen orientirt und das Strassennetz möglichst gradlinig und rechtwinklig angelegt. Die betreffenden Vorschriften sind bereits im Tshoú-li enthalten. Die Residenzstadt des Kaisers sollte hiernach ein Quadrat von 12 li (1 li = $^1/_6$ geographische Meile), die eines Fürsten ersten Ranges ein solches von 9 li, diejenige eines Fürsten zweiten und dritten Ranges 7 li im Quadrat halten u. s. w.; die Stadt von 9 li im Quadrat sollte auf jeder Seite 3 Thore besitzen. Von Nord nach Süd und von West nach Ost sollten je 9 Strassen führen. Für die Längsstrassen, als welche die von Nord nach Süd laufenden galten, war eine solche Abmessung vorgeschrieben, dass 9 Kriegswagen neben einander stehen konnten, woraus sich eine Strassenbreite von 72 chinesischen Fuss, oder 14,4 m ergiebt. Diese starre Durchführung mathe-

matisch abgezirkelter Linien musste naturgemäss den chinesischen Städten den Eindruck des Unvermittelten und Unmotivirten verleihen und diese Städte müssen gleich den ägyptischen und babylonischen als das Produkt despotischer Willkür bezeichnet werden. Von einzelnen antiken chinesischen Städten ist das folgende anzuführen:

Singan-fu, die Kapitale der Provinz Schensi, war einst Jahrhunderte hindurch die Residenz der Kaiser (der Tang-Dynastie). Nach Pater Martini waren daselbst noch Reste von sieben Palästen vorhanden und viele alte merkwürdige Königsgräber, sowie mehrere von den ältesten Kaisern in der Umgebung ausgegrabene Seen, die durch Kanäle unter einander verbunden waren. Auf diesen Seen fanden wie in den Naumachien Scheinseegefechte statt. Der in Abb. 137

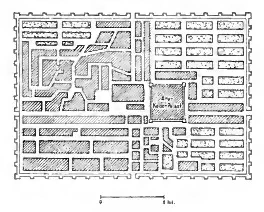


Abb. 137.
Stadtplan von Singan-fu.

wiedergegebene Plan der Stadt Singan-fu kann zwar keinen Anspruch darauf erheben, ein vollständig zutreffendes Abbild der antiken Stadt zu geben, er lässt jedoch das System der altchinesischen Stadtanlagen gut erkennen.

Von den indischen Städten giebt die Ramâyana, das bekannte indische Nationalepos, eine anschauliche Schilderung in der Beschreibung der Residenzstadt Ayodhya am Sarayu, deren Ruinen bei der heutigen Stadt Feizabad am Sarjon, einem Nebenfluss des heiligen Ganges liegen. Ayodhya dehnte sich mehrere Meilen weit aus. Die Strassen gingen in drei langen Reihen durch die Stadt, sie waren breit und nach der Schnur abgemessen. An beiden Enden waren sie mit Portalen geziert. Stets wurden sie mit Sand bestreut und bewässert, Haus reihte sich an Haus. Die Haushöhe betrug 3—7 Stockwerke. Die Stadt glänzte von Tempeln mit Götterwagen und die Kuppeln der Paläste ragten wie Felsengipfel empor. Die Mauern waren mit bunten Steinen, gleich den Feldern eines Schachbrettes

geschmückt. Im Innern sah man beständig fremde Gesandte und Kaufleute mit Elephanten, Rossen und Wagen. Schöne Gärten und Parks von Mangobäumen mit Bädern, sowie gradlinige öffentliche Plätze zierten allenthalben die Stadt. Zur Abendzeit waren die Gärten (Udyana) von zahllosen Spaziergängern angefüllt. Die Thore führten besondere Namen, wie z. B. das Unbesieghare. Rings um die Stadt floss ein breiter rauschender Graben. Nach Manus Gesetzbuch waren bedeutende Städte mit Gräben und Mauern zu versehen, und in den letzteren waren in bestimmten Entfernungen Thürme einzubauen. Alexander traf auf seinem Zug nach Indien auf mehrere der Brahmanenstädte am Indus, die, wie besonders die Stadt des Musikanus seine grösste Bewunderung erregten.

Die Städte in Syrien und Kleinasien waren die ersten, welche, den Bodenverhältnissen sich anpassend, gleichzeitig Schutz und die Möglichkeit des Verkehrs gewährten. An ihnen lässt sich der Einfluss des Terrains auf die Gestaltung der Stadt zuerst erkennen.

Die Natur übernahm hier einen Theil des nothwendigen Schutzes. Die natürliche Beschaffenheit des Landes führte zwar zu einer weniger einheitlichen Ausbildung des Stadtplans, aber sie liess eine feste Verbindung mit der sich entwickelnden Stadt entstehen. Diese Städte weisen somit einen fundamentalen Unterschied gegen die geschaffenen und willkürlich entstandenen Städte in Aegypten, Babylonien und China auf.

Ausserordentlich reich ist Griechenland von der Natur mit solchen Terraingestaltungen beschenkt worden, welche die Anlage von Städten, wie sie dem Kulturzustande jener frühen Zeit am meisten angepasst waren, ermöglichten. Schon Strabo bemerkte, dass die Griechen für Stadtanlagen eine sehr glückliche Hand gehabt hätten, wie denn auch von den Hellenen der Städtebau thatsächlich zu einer Kunst erhoben wurde.

Die hellenische Stadt war darauf berechnet, ein übersichtliches Ganzes zu bilden, in dem stets, sei es im Theater, auf dem Markte oder in Volksversammlungen, die gesammte Bürgerschaft vereinigt werden konnte. Eine Begrenzung dieser Zahl war geboten, und galt Zehntausend als eine normale Bürgerzahl. Stieg die Zahl zu hoch an, so veranlasste die zu grosse Menschenanhäufung ein Ausziehen eines Theils der Bevölkerung und die Gründung eines neuen Gemeinwesens. Curtius weist in dieser Beziehung auf die Kolonialländer hin. Neben Kyme wurde, als die Stadt voll war, eine Meile davon entfernt Puteoli, dann später das erste Neapolis und als besondere Stadt die Neustadt gegründet. Eine solche Handlungsweise führte allerdings eine Zersplitterung der Volkskraft herbei. Grossstädte in dem Sinne einer Vereinigung von Angehörigen verschiedener Stämme an einem Stadtherde, wie solches durch Gelon in Syrakus geschah, haben die Griechen nicht gehabt. Griechische Grossstädte entstanden erst im Orient zu einer Zeit, als die Griechen nicht mehr die Träger ihrer eigenen Geschichte, sondern nur die Ueberbringer und Vermittler der Kulturentwicklung waren.

Hirschfeld unterscheidet drei Zeitabschnitte in der Entwicklung des hellenischen Städtebaues. In der ersten Periode bildete die Nothwendigkeit des Schutzes gegen feindliche Angriffe das für die Ortsbestimmung ausschlaggebende Moment. In der Folgezeit machte sich die Rücksicht auf die Verkehrstüchtigkeit geltend. In dem dritten Zeitraume erreichte der Städtebau seine höchste Ausbildungsstufe und seine künstlerische Vollendung.

Die ältesten Spuren der Städte sind, soweit Griechenland oder griechischer Einfluss in Frage kommt, auf felsigen Erhebungen zu suchen, dort, wo im Gebirge die Kuppen von Hügeln eine solche Anlage gestatteten. Durch steinerne Umwallungen wurde die von der Natur gebotene Sicherheit weiter erhöht.

Die Ausdehnungsfähigkeit dieser Stadtanlagen war eine sehr beschränkte und bedingte dieser Umstand in einem gewissen Zeitpunkte der Entwicklung eine Aufgabe des Wohnplatzes, der zudem für die Erschliessung des Verkehrs wenig günstig war. Das Bestreben bei der Anlage neuer Heimstätten war daher darauf gerichtet, Plätze auszusuchen, die eine Erweiterung gestatteten und für den Verkehr günstiger lagen. Das Bedürfniss nach einer für den Verkehr bequemeren Lage bewirkte ein immer weiteres Verschieben der Stadtlage nach den Flussläufen und nach der Ebene hin. Plätze, die eine solche Lage aufwiesen und gleichzeitig durch das Vorhandensein einzelner Hügel die Forderung nach Sicherung erfüllten, mussten eine besondere Anziehung ausüben und wurden vorzugsweise zur Ansiedlung ausgewählt.

Als Platz für eine Stadt auf einem Hügel wurde mit Vorliebe der Zusammenstossungspunkt zweier tief eingeschnittener Thäler gewählt, gewährte doch eine solche Lage neben der natürlichen Sicherheit auf zwei Seiten die Möglichkeit einer Ausdehnung der Ansiedlung nach der dritten Seite hin. Diese dritte Seite bedingte allerdings eine künstliche Befestigung. Ardea in Latium ist ein Beispiel einer solchen Ortslage. Hier ist eine zweimalige Erweiterung der ursprünglichen Stadt durch Verschiebung des Walles erkennbar. Die einmal aufgeführten Mauern wurden nicht wieder beseitigt, vielmehr diente eine aufgegebene Mauer bei dem bergigen Terrain als Subkonstruktion.

Das Letztere war namentlich bei all' jenen Städten der Fall, die von der Spitze eines Hügels ausgehend, sich in koncentrischen Kreisen terrassenförmig nach unten erweiterten. Als Beispiele derartiger Städte sind Setia, Cori, Signia, Pergamon anzuführen. In Städten, die aus der Aneinanderschliessung mehrerer Hügel entstanden, blieben die Sonderbefestigungen dieser einzelnen Kuppen bestehen, wie Jerusalem und Rom erkennen lassen.

Um das 10. Jahrhundert etwa richteten die Hellenen den Blick auf das Meer, und die griechische Schiffahrt begann sich zu entwickeln. Von diesem Moment an wurden neue Stadtanlagen mit Vorliebe an der Küste gegründet. Mit sicherem Blicke wählten die Griechen für ihre zahlreichen Kolonien an den Gestaden des Mittelmeers, zunächst in Kleinasien, die geeignetsten Plätze aus.

Die Forderungen des Verkehrs traten in dieser zweiten Epoche so sehr in den Vordergrund, dass die vom Meere zurückliegenden Mutterstädte aus Furcht ihre Stellung zu verlieren, sich in künstlicher Weise mit dem Meeresrand in Verbindung setzten. Es entstanden die langen Mauern von Korinth, Athen und Megara, die einen unmittelbaren Zusammenhang mit dem Lechaion, dem Piraeus und mit Nisaea herstellten. Diese neuen Hafenstädte waren das Produkt einer eigenmächtigen Schöpfung und hierauf führt Hirschfeld es zurück, dass die Griechen Städte aus einem Guss zu schaffen begannen, eine Anlegungsweise, die ein Produkt des Orients war. Dieser Umwandlungsprocess vollzog sich im Zeitalter des Perikles. Die Griechen begnügten sich nicht damit, fortan die Städte in einer regelmässigen Form und Gestaltung anzulegen, sondern sie schufen durch eine sinnvolle Vertheilung und ein wohlberechnetes Verhältniss der einzelnen heiligen, öffentlichen und privaten Bestandtheile zu einander ein einheitliches Kunstwerk.

Der Urheber der neuen Bauweise war Hippodamos, des Euriphons Sohn, aus Milet, ein Mann sophistischer Richtung, nach welchem der neue Stil der hippodamische hiess. Dieser Baumeister wurde von Themistokles bei den Bauanlagen zu Rathe gezogen. Nach Curtius war jedoch Hippodamos nicht der Erfinder einer ganz neuen Art des Städtebaues, sondern er war einer derjenigen, welche die Errungenschaften der östlichen Kultur nach dem Westen übertrugen, eine Anschauung, der auch Erdmann insoweit beitritt, als auch er eine Beeinflussung Hippodamos durch die grossen Bauten des Ostens (wie z. B. Babylons) anzunehmen geneigt ist. Auf diese Persönlichkeit wird weiterhin eingehend zurückzukommen sein.

Die erste Stadt, welche nach diesem System angelegt wurde, Athens Hafenort, bildete das Vorbild für eine grosse Anzahl Stadtgründungen, nicht allein in Griechenland sondern auch in Asien, Afrika und in Italien, d. h. überhaupt überall dort, wo in der Folgezeit die Griechen entweder Städte gründeten oder bei der Anlage bauend thätig waren. Die Zeit Alexanders und seiner Nachfolger stellte der Städtebaukunst zahlreiche Aufgaben und gab Gelegenheit, die Leistungsfähigkeit ihrer Vertreter zu erproben. Die dem Morgenlande abgelernte Art des Städtebaues wurde so, nach ihrer Veredelung durch die Griechen wiederum dem Orient zugeführt. Antiochia ist der Ort, an welchem diese Kunst ihre höchsten Triumphe feierte. Bald jedoch trat das monumentale Moment wieder in den Hintergrund, und es überwog die schablonenhafte regelmässige Gestaltung des Stadtplanes.

Den Mittelpunkt der Piraeus-Stadt, Abb. 129, Seite 348, bildete der Markt, die hippodamische Agora, an welcher das Heiligthum der Hestia stand. Gerade Strassen, in einer Breite von wenigstens 100 Fuss, verbanden den Markt mit den verschiedenen Hauptpunkten. Am Ende des Handelshafens, der von den Zollhäusern auf zwei Seiten umgeben war, ist eine breite Querstrasse erkennbar, an welcher öffentliche, besonders heilige Bauten lagen, und welche Strasse

(Aphrodision genannt) die beiden Häfen, den Kriegshafen nnd den Hafen Zea mit einander verband. Der bedeutendste der Tempel, deren Anzahl an diesem Orte eine sehr grosse war, war wohl der des Zens Soter nnd der Athena Soteira. Eine Eigenart der hippodamischen Stadtanlage bestand darin, die Strassen in schräger Richtung auf die Tempel zu führen, sodass man die Front und eine Seite der heiligen Bauten gleichzeitig erbliekte. Der Piraeus erfreute sich im Alterthum eines ganz besonderen Rufes der Schönheit, was Hirschfeld erklärlich findet, angesichts des Umstandes, dass der Einfahrende über dem Arsenal und den Hallen hart am Meere die säulenreichen Tempel sich erheben sah, nnd die breiten, den Burghügel hinansteigenden Strassen erblickte. Die bedeutendste Erhebnng war mit dem Kastell von Munychia gekrönt.

Als ein weiteres Beispiel für das grosse Geschick der Griechen bei der Anlage einer Stadt Verkehrstüehtigkeit und kunstgemässe Anlage harmonisch mit einander zu verbinden, kann nach Hirsehfeld Cnidus an der Südwestecke der Küste Kleinasiens angesehen werden.

In anschaulicher Weise gieht Hirschfeld eine Beschreibung des Stadtbildes von Cnidus (siehe Abb. 128, Seite 343), indem er schreibt:

„Dem vortretenden felsigen Gestade fügt sich mit ganz schmalem niedrigen Isthmus ein langgezogenes Kap fast inselgleich an, das nach dem Meer steil und schroff abfällt, nach dem Isthmus gelinder niedergeht und mit dem ansteigenden Festland drüben gleichsam zwei Seiten eines gewaltigen Naturtheaters bildet, welche zwischen sich die beiden Häfen halten, die noch künstlich mehr gesichert und durch einen Kanal im Isthmus verbunden sind. Terrassen, die die Unebenheit des steinigen Bodens nicht aufheben, sondern kunstvoll accentuiren, ziehen sich in der Längsrichtung der Stadt vom Meere empor. Gleich unten über dem Wasser tragen sie kleine Theater und einen Tempel: dann klimmen die parallelen Querstrassen, welche die Längsstrassen rechtwinklig durchschneiden, allmählich empor: in reichem Wechsel bauen sich Tempel, öffentliche und Privatbauten zwischen ihnen auf. Alle überragt unterhalb des Bergkammes das grosse, dem natürliehen Felsen abgewonnene Theater. Hier hatten die Bürger die ganze Praeht ihrer Stadt und ihrer Häuser wie ein herrlich ausgebreitetes Bild zu ihren Füssen; zu ihren Häupten konnte ihr Blick dem Zuge der starken Mauern folgen bis zum höchsten Punkt, wo die Burg stolz nnd fest sich aufbaute. Man wird gestehen, soleh ein Anblick war sehon dazu angethan, jenen Lokalpatriotismus zu weeken und zu erhalten, der kaum irgendwo reicher und opferfreudiger sich bethätigt hat, als grade in diesen kleinasiatischen Städten."

Für die Geschichte des antiken Städtebaues überhaupt und für die griechische Städtebaukunst insbesondere, ist es von hohem Interesse, dass über Hippodamos von Milet und über das durch diesen Baumeister ausgebildete System des Städtebaues Mittheilungen vorliegen. Die Nachrichten über die persönlichen Verhältnisse dieses Architekten sind unsicher. Er wird gesehildert als ein in fremdartiger Gewandung einhergehender Künstler mit vollem Haupt- und Barthaar.

Zweifellos ist, dass die Hafenstadt Piraeus von Hippodamos angelegt wurde, die Stadtanlage von Thurii verräth seinen Einfluss und Rhodus muss als eine nach hippodamischen Regeln angelegte Stadt betrachtet werden, wobei es jedoch in hohem Grade fraglich ist, ob auf diese Stadtschöpfung Hippodamos selbst irgend welchen persönlichen Einfluss ausgeübt hat, ja, ob derselbe überhaupt in jenem Zeitpunkte noch unter den Lebenden weilte. Als Geburtsjahr wird das Jahr 475 v. Chr., als Vaterstadt Milet betrachtet. Milet galt als Sitz der ersten mathematischen Schule der Griechen und war die Stätte der Lehrthätigkeit eines Thales. Von hier aus verbreiteten sich mathematische Kenntnisse nach Unteritalien, woselbst diese Wisseuschaft eine grosse Förderung erfuhr. Wie Erdmann ausführt, sind als Instrumente der damaligen Mathematiker Lineal, Zirkel und Winkelmass zu nennen. Lineal nnd Zirkel sind früh erfunden worden, als den Erfinder des Winkelmasses nennt Plinius Theodorus von Samos, doch findet sich dieses Instrument schon auf alten ägyptischen Abbildungen.

Hippodamos wird als mathematischer Theoretiker bezeichnet und als der erste, der die systematische Kunst auf Privathäuser anwandte. Die Vorliebe für die Mathematik kann bei dem Ansehen, welche diese in Milet genoss, nicht in Erstaunen setzen und so ist es auch erklärlich, dass Hippodamos die Lösung der Aufgabe, die er sich gestellt batte, für eine gegebene Anzabl einem Gemeinwesen angehöriger Menschen Wohnplätze zu schaffen, die für alle praktischen Lebensbedürfnisse die grösstmöglichste Bequemlichkeit boten, auf methodischem Wege zu finden versuchte.

Als Ausgangspunkt diente das Centrum der zukünftigen Stadt, als welcher sich die Agora ergab. Mit diesem Begriff verband jeder Grieche eine doppelte Bedeutung; die Agora war sowohl der Platz der Volksversammlung wie der Kaufmarkt und daher das wichtigste und erste praktische Bedürfniss einer Stadtanlage, bei deren Gründung die Erfordernisse des Krieges nicht ausschlaggebend in Betracht kamen. Um diese Agora mussten die Privathäuser kreisförmig herumgelegt werden, sollte die gesammte Einwohnerschaft nur den möglichst kleinen Weg zu ihrer Erreichung zurückzulegen brauchen. Dieser Form passte sich das viereckige Wohnhaus nicht unmittelbar an und ganz naturgemäss ergab sich eine Viertheilung der Kreisflächen. Die Grundform wurde durch zwei sich rechtwinklig schneidende Durchmesser getheilt. Bei Berücksichtigung der thatsächlichen Verhältnisse musste sich ergeben, dass eine strikte Durchführung dieser Anordnung nicht immer möglich war, so z. B. nicht in jenen Fällen, in welchen für die anzulegende Stadt eine unverrückbare Grenzlinie (Küstensaum etc.) zu berücksichtigen war. Eine zweckmässige Lösung konnte alsdann nur durch die Halbirung der Grundform und dadurch gefunden werden, dass die Stadt halbkreisförmig aufgebaut wurde. Die erstere Form nennt Erdmann die cyklische, die zweite die hemicyklische. Letztere wurde bei der Anlage von Rhodus durchgeführt, während die erstere durch Hippodamos selbst bei der Piraeusstadt zur Anwendung kam. Bei Schaffung dieser Stadt war jedoch nicht

ein völlig freies Terrain zur Verfügung, sondern einzelne bereits vorhandene Punkte mussten hierbei berücksichtigt werden. Längs- und Querstrassen konnten nicht gleiche Länge erhalten, wie überhaupt nach Erdmanns Ansicht die Mannigfaltigkeit des Terrains die Monotonie des etwas langweiligen Bauprincips gemässigt hat.

Aristoteles stützt seine diesbezüglichen Ausführungen in der Staatskunde auf die Lehren des Hippodamos. Die Hauptpunkte dieser Angaben mögen hier ebenfalls wiedergegeben werden.

Als Haupterfordernisse bei Wahl eines Orts für eine Stadtanlage waren hiernach gesunde Luft und gutes Wasser in ausreichender Menge zu betrachten. Die Lage musste möglichst nach Osten oder Norden gekehrt sein, damit die erfrischenden Winde zur Wirksamkeit kommen konnten (hierbei ist daran zu erinnern, dass allein warme Gegenden in Betracht kommen). Es war ferner darauf zu sehen, dass die Stadt durch ihre Lage sowie durch feste und schöne Mauern leicht zu schützen war, dabei musste es möglich sein, dem Feinde von der Stadt her Schaden zufügen zu können. Auf die Wahl des Ortes sollte die Staatsverfassung ebenfalls Einfluss haben. Städte mit festen Schlössern wurden mehr für Monarchien und Oligarchien als passend, Städte in der Ebene mehr für Demokratien geeignet betrachtet. Für Aristokratien galt es als günstiger, wenn mehrere Gebäude in der Stadt feste Punkte darstellten. Als Orte für die Anlage von Tempeln sollten abgesonderte hochgelegene Stellen ausgesucht werden. Der Markt, der Versammlungsort des Magistrats, musste von allem Verkaufe und von dem Getriebe bürgerlicher Gewerbe frei sein, nach thessalischer Art war die Mitte mit Hallen und mit den Magistratsgebäuden zu umgeben, auch die Uebungsplätze für die Jugend waren hier zu errichten, damit die Alten und die Vorgesetzten sich leicht dazu einfinden konnten. Für den Verkauf und den Handel von Waaren war ein besonderer Markt anzulegen, auf welchen sowohl die vom Meere, wie die vom Lande kommenden Waaren geschafft werden konnten. Die Wohnstadt sollte durch geräumige Hauptstrassen abgetheilt, und die Gassen von hier rechtwinklig abgezweigt werden.

Aristoteles fasste die Grundsätze des Städtebaues dahin zusammen, dass eine Stadt so gebaut sein sollte, um die Menschen sicher und zugleich glücklich zu machen. Sitte, der diese Worte besonders betont, weist darauf hin, dass dieser Satz aus der Anschauung entsprang, dass der Städtebau nicht bloss eine technische, sondern im eigentlichsten und höchsten Sinne eine Kunstfrage sei, wie denn auch im Alterthum diese Frage wirklich in erster Linie eine solche der Kunst gewesen ist. Wenn hierbei auch nicht das gesammte Alterthum ins Auge gefasst werden kann, so gab es doch thatsächlich in diesem Zeitraum eine Periode, für welche dieser Satz zutrifft.

Das römische Volk vermochte nicht die Kunst des Städtebaues auf eine höhere Stufe der Ausbildung zu bringen. Bei dem Charakter dieses Volkes, alles in starre Formen einzuschnüren, gewann das rein Schematische in dem Städtebau leicht die Oberhand, ein Grundzug, der sich bei zahlreichen der

von den Römern in den verschiedensten Theilen der Erde gegründeten Städten nachweisen lässt.

Mit sicheren Blicken wussten dagegen die römischen Ingenieure die geeignetsten Stellen für ihre neuen Stadtanlagen auszusuchen. Sie wählten mit Umsicht Plätze, welche die Forderungen nach Verkehrstüchtigkeit, Sicherheit und gesunder Lage erfüllten, und die eine geregelte Wasserzuführung und Entwässerung ermöglichten. Die Bestrebungen nach künstlerischer Ausbildung traten dabei in den Hintergrund.

Die Etrusker zogen bereits in frühen Zeiten in feste Plätze zusammen. Sie vermieden hierbei gerne niedrig gelegene Landstriche und suchten sich von Natur gesicherte Stellen auf, wobei sie jedoch die Verkehrstüchtigkeit nicht aus dem Auge liessen. Mit wenigen Ausnahmen liegen die Städte vom Meeresstrand entfernt. Gleich den Griechen wählten sie gerne solche Stellen für ihre Stadtanlagen aus, an denen sich zwei Schluchten vereinigten und eine Landzunge entstehen liessen. Eine derartige Lage zeigen Norchia, Tarquinii, Volaterrae und Vulci.

In den 27 km von Bologna auf dem Wege nach Florenz gelegenen Ruinen von Marzabotto ist der Nachwelt ein getreues Abbild der etruskischen Stadtanlagen erhalten geblieben. Durch die zwei Hauptstrassen von 15 m Breite, welche sich rechtwinklig kreuzen und nach den vier Himmelsrichtungen laufen, wurde die Stadt in vier Quartiere getheilt. Jedes Viertel zerfiel durch einen weiteren Strassenzug in der Richtung von West nach Ost in zwei gleiche, das gesammte Stadtgebiet in acht gleiche Theile. Eine weitere Auftheilung geschah durch 5 m breite, unter sich parallele Nebenstrassen. Die Länge der einzelnen rechteckigen Häuserinseln ist 165, die Breite 35—40 m. Die Hauptstrassen besitzen einen Fahrdamm von 5 m Breite. Dasselbe Mass zeigen die beiderseitigen Fusssteige, an deren Häuserseite 80 cm breite Strassenrinnen angelegt sind. Nach den bisherigen Ausgrabungen glaubt man zu der Annahme berechtigt zu sein, dass Marzabotto nicht allmählich entstand, sondern eine nach einem einheitlichen Plane gegründete Kolonie gewesen ist. Und in der That weist der Grundriss von Marzabotto jenen Schematismus auf, der bei den Stadtgründungen der Etrusker und später bei den Römern eine gewichtige Rolle spielte.

Bei der Gründung römischer Kolonien wurde noch bis in die dritte Periode hinein im Wesentlichen in der gleichen Weise verfahren, wie solches für die Gründung einer urbs in den alten etruskischen Ritualbüchern vorgeschrieben war. Angethan mit dem cinctus Gabinus und mit über den Kopf geschlagener Toga, um nicht durch bösen Angang bei der heiligen Handlung gestört zu werden, führte der Magistrat einen Pflug um das für die Kolonie bestimmte Land. Der Pflug musste aus Kupfer und mit zwei weissen Thieren verschiedenen Geschlechts bespannt sein. Der Stier musste rechts, die Kuh links gehen, und war es erforderlich, dass der Zug sich von der Linken zur

Rechten wendete; die umgekehrte Bewegung hätte für eine böse Vorbedeutung gegolten. Die durch den Pflug geschaffene Furche bildete den Anfang des Stadtgrabens, die Schollen mussten auf die Innenseite fallen und stellten den Stadtwall dar. Von dem Krümmel (ab urve et orbe) leitete sich die Bezeichnung urbs ab. An den Stellen, an welchen sich die zukünftigen Stadtthore befinden sollten, wurde der Pflug getragen, von dem aufgehobenen Pfluge entstammte die Bezeichnung porta. Auf die Umziehung folgte die Bestimmung der Stadttheile (tribus) und der regiones, der Feldmarken. Dieselbe geschah durch sich kreuzende Furchen nach gleichseitigen Vierecken. Die Kreuzesform spielte hiernach eine hervorragende Rolle. sie bildete in allen Kolonien die vorherrschende Form.

Bei den feierlichen Auspicien wurde die Stella in Gegenwart des Gründers der Kolonie auf deren Markt, im Schnittpunkt der Hauptstrassen aufgestellt. Von dieser ersten feierlichen Aufstellung unterschieden die Gromatiker die Uebertragung des Instrumentes auf die übrigen rechten Winkel innerhalb der Limitation. Das Ende des Auftrages des Kurators und damit der Beginn der Herrschaft des Gesetzes und der ordentlichen Magistrate wurde durch die gänzliche Wegnahme der Groma und durch die Anheftung des ausgeführten Limitationsplanes auf dem Markt oder im Archiv bezeichnet. Sämmtliche rechtwinklige Schnittpunkte wurden tetrans oder groma genannt. Man hatte es bei neuerbauten Kolonien in der Hand, die groma des Ganzen als Marktplatz einzurichten.

Die vier Hauptstrassen führten gleichwie im Lager zu den vier Thoren hinaus, die Stadt beherrschte alle vier Quartiere. Der Weg zum Gericht, zum Markt. war überall der gleiche. Die beschriebene Form galt als die günstigste und schönste, war jedoch nur in seltenen Fällen anwendbar.

Jeder Arm des sich im Mittelpunkt des Ganzen schneidenden Kreuzes theilte die Feldmark in zwei Hälften, wodurch die vier tribus oder regiones entstanden. Jeder dieser Theile hatte eine besondere Bezeichnung. Man ging von der Auffassung aus, dass die Welt ein organisches Wesen sei und übertrug die vom menschlichen Körper entlehnten Unterscheidungen, oben und unten, vor- und rückwärts. rechts und links auf den Weltorganismus. Von der Stellung des Gromatikers gegen die Climata hing es ab, welche Regionen die vorderen und hinteren, die rechten und linken genannt wurden.

In der Feldmessersammlung werden zwei Stellungen unterschieden. Die ältere vorkommende Stellung war seitens der Römer von den Etruskern übernommen worden. Der Augur wendete hierbei der untergehenden Sonne das Gesicht zu. Die prorsi limites, d. h. die in der Richtung der Kreuzarme von dem Augur oder Feldmesser geradeaus laufenden Linien gingen von Morgen gegen Abend. Die in der Richtung der Querarme laufenden Linien hiessen transversi limites. Sobald die zweitheilende Hauptstrasse (der Decumanus) bestimmt war, drehte sich der Feldmesser rechts um gegen Norden, es wäre

von übler Vorbedeutung gewesen, mit der Richtung gegen Mitternacht zu beginnen. Der von Süden nach Norden laufende Limes wurde der Transversus genannt, oder, da er der Weltaxe entsprach, der Cardo. Die im Lager in dieser Richtung laufende Strasse war die via principalis, die Thore an ihrem

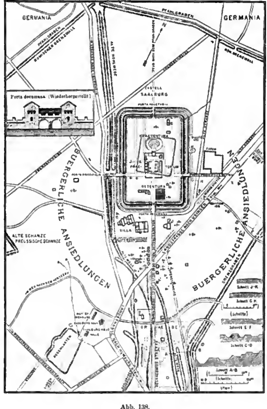


Abb. 138.
Saalburg Kastell.

Ende hiessen porta principalis dextra (Südseite) und porta sinistra. Durch den Cardo wurde das Lager resp. die Stadt in vier Quartiere getheilt. In späterer Zeit hielt man die Richtung gegen den Anfang der Sonne für glücklicher als die gegen den Niedergang. Diese Anschauungsweise bewirkte eine allgemeine Umkehr der Stellung. Die porta praetoria, früher das Thor an dem Westende des Decumanus, wurde nun, wenn es nicht gegen den Feind lag, gegen Morgen

gerichtet. Die Lage der porta praetoria gegen den Feind zeigt das in Abb. 138 dargestellte Römerkastell, Saalburg genannt, bei Homburg v. d. Höbe. Die vier Thore hiessen porta praetoria, porta decumana, porta principalis dextra nnd porta principalis sinistra.

Es möge nicbt unerwähnt bleiben, dass sich selbstverständlich auch bei den Römern nicht eine starre Dnrchführung dieser Grundsätze nachweisen lässt, vielmebr vielfache, durch die verschiedenartigsten Gründe herbeigeführte Abweichungen vorkamen. Befand sich z. B. bereits eine Niederlassung in der Nähe, so liess man, um eine Verwechselung auszuschliessen, die Limitation der neuen Kolonie schräg auf die der alten stossen.

Im Lanfe der Zeit erfuhr die alte Markscheidekunst immer mehr Umbildungen. Die Kreuzesform erbielt sich bei diesem Entwicklungsprocess und ging in das christliche Ritnal und auf die kirchliche Baukunst über.

Die Militärkolonien unterschieden sich wesentlich von den Kolonien des alten Staates. Während diese durcb einen Senatsbeschluss, seit Gracchus durch einen Volksbeschluss gegründet worden waren, ging die Stiftung der Militärkolonien von dem Imperium aus. Dieselben bildeten das Mittel, den Sieg des Militärstaates über den alten Rechtsstaat zu befestigen. Landempfänger waren in der Hauptsache gewesene Militärpersonen, d. h. Veteranen. Die Vertheilung des Landes erfolgte in der Regel, um den Beschwerden der Einzelnen znvorznkommen, dnrch Verloosnng. Mit der Verloosung endete die Thätigkeit des Feldmessers, vorausgesetzt, dass ihm nicbt aucb nocb die Einführung der Veteranen in ihre Loose kommissarisch übertragen war. Von den Bezeichnungen der angewiesenen Centnrien (signis) scheint die Uebergabe assignatio, das angewiesene Land ager datus assignatus genannt worden zu sein.

Die beendete Limitation oder Assignation wurde durch eine zweifache Beurkundung, welche als Beglaubigung eines Staates öffentlichen Glanben hatte. festgelegt. Die Beurkundung erfolgte durch Monumente an Ort und Stelle, sowie durch Dokumente.

Die örtlichen Grenzmonumente waren steinerne, viereckige, an Eckpunkten dreieckige Altäre von ansehnlicher Grösse. Aneinander stossende Kolonien errichteten dieselben wohl gemeinsam und versahen die zugewandte Seite mit ihren Namen. Unter den Dokumenten war das wichtigste die Karte. Dieselbe gab die ganze Kolonie mit dem dazu gehörenden Landgebiet, womöglich mit Angabe der Länge und Breite der Assignationen in jeder Centurie im Kleinen bildlich wieder. Das Hauptexemplar wurde in Erz gegraben und auf dem Markt oder im Tabularium öffentlich angeschlagen, nnd war somit jedermann zugänglich. Das Duplikat war auf Leinewand gezeichnet und wurde im kaiserlichen Arcbiv aufbewahrt. In Zweifelsfällen gab dasselbe den Ausschlag. Zur Ergänzung und Erläuterung der Karte dienten zusammengebeftete Wacbstafeln, auf welchen die Namen der Landempfänger und die Loose derselben aufgeführt waren, sodann Verzeichnisse der etwa nicht assignirten Stücke und eine Auf-

zählung der vom Princeps verschenkten und der Kolonie überlassenen subseciva und extraclusa.

Auch diese Verzeichnisse wurden doppelt ausgefertigt und vom Princeps eigenhändig vollzogen. Ein Exemplar blieb im Archive der Kolonie, das andere kam in das tabularium Caesaris.

Während die Angaben Vitrnvs über die Hafenbauten nur spärlich sind und das Werk über Wegebauten fast nichts und über Brückenbauten gar nichts enthält, sind die Mittheilungen über den Städtebau sehr weitläufig.

Diese Angaben sind im ersten Buche Vitruvs (III., IV., VI. und VII. Kapitel) enthalten und werden dieselben nachstehend in den wesentlichen Theilen wiedergegeben.

III. Kapitel: Gattungen der Baukunst überhaupt, und Theile der Baukunst insbesondere. Der Gattungen der Baukunst überhaupt sind drei: Die eigentliche Baukunst, die Gnomonik und die Mechanik.

Die Baukunst wird in zwei Theile eingetheilt, deren einer die Anlage der Städte und der öffentlichen Gebäude, der andere aber die Einrichtung der Privatgebäude zum Gegenstande hat. Der öffentlichen Gebäude giebt es drei Arten: Die eine zum Schutze, die andere zum Gottesdienste, und die dritte zur Bequemlichkeit. Zur ersteren gehören die Ringmauern, Thürme und Thore, welche insgesammt zur Abhaltung feindlicher Anfälle erfunden worden sind; zur zweiten der unsterblichen Götter Kapellen und Tempel; und zur dritten alle zum öffentlichen Gebrauche bestimmten Anlagen als da sind Häfen, Märkte, Säulengänge, Bäder, Theater, Spaziergänge und was dergleichen mehr zu derselben Bestimmung an öffentlichen Orten angelegt wird.

Alle insgesammt aber sind so anzulegen, dass dabei auf Festigkeit, Nutzbarkeit und Schönheit gesehen werde. Die Festigkeit beruhet daranf, dass der Grund tief und auf festen Boden gelegt, und dass bei Auswahl der Baumaterialien mit Sorgfalt, aber sonder Kargheit verfahren werde. Der Nutzbarkeit geschieht Genüge, durch verständige Einrichtung des Platzes, vermittelst welcher nichts der Bestimmung des Gebäudes entgegensteht, und jeder Theil die füglichste und bequemste Lage erhält. Die Schönheit aber wird erreicht, wenn das Werk einen angenehmen, geschmackvollen Anblick gewährt, und die Verhältnisse der Theile das gehörige Ebenmass haben.

IV. Kapitel: Wahl gesunder Orte. Bei Anlegung einer Stadt ist das Erste, was man in Ueberlegung zu nehmen hat, die Wahl eines gesunden Ortes. Gesund ist ein Ort, wenn er hoch liegt, weder dem Nebel noch Reife ausgesetzt, weder gegen heisse, noch kalte, sondern gegen gemässigte Himmelsgegenden gerichtet ist, auch wenn in dessen Nachbarschaft keine Sümpfe befindlich sind; denn wenn die Morgenluft bei aufgehender Sonne zur Stadt kommt, und den aufsteigenden mit dem Aushauche der Sumpfthiere vermischten Nebel mit sich führt, so verbreitet sie über die Einwohner giftige Dünste und macht den Ort ungesund. So ist auch die Lage einer Stadt am Meere, gen Mittag

oder Abend ungesund, weil im Sommer der Süd von der aufgehenden Sonne erwärmt wird und um Mittag sengt; der West aber beim Aufgange der Sonne lau, um Mittag warm und Abends glühend ist; daher dann der Körper an solchen Orten durch Abwechslung der Hitze und Kälte erkrankt. Dies bemerkt man selbst an leblosen Dingen, weshalb auch niemand in einem bedeckten Weinkeller die Fenster auf der Mittags- oder Abend-, sondern auf der Mitternachtsseite machen wird, weil diese Himmelsgegend zu keiner Zeit Veränderungen unterworfen ist, sondern beständig sich gleich und eben dieselbe bleibt. Aus keiner anderen Ursache schlägt auch in den Kornspeichern, welche gegen die Sonne liegen, alles um, und hält sich weder Obst noch Kuchenspeise lange, so nicht an Orten die von der Sonne abgewandt liegen, verwahrt werden. Die Hitze schmilzt und raubt also den Dingen ihre Festigkeit, und indem sie ihnen die natürliche Kraft aussaugt, löst sie dieselben auf, erweicht und schwächt sie, wie man dies selbst am Eisen wahrnimmt. So hart es von Natur ist, so wird es doch in der Esse, wenn es von der Hitze des Feuers durchglüht ist, so weich, dass es leicht zu jeder beliebigen Gestalt geschmiedet werden kann, und wiederum wird es, wenn es glühend und weich ist, so bald es im kalten Wasser abgekühlt wird, von neuem hart und fest und erhält seine vorige Eigenschaft wieder. Dass dem so sei, kann man auch daraus ersehen, dass im Sommer nicht bloss an ungesunden, sondern auch an gesunden Orten alle Körper von der Hitze schwach werden, im Winter aber auch die ungesundesten Gegenden gesund werden, weil sie durch die Abkühlung wieder Festigkeit gewinnen: Ingleichen, dass Leute, welche sich aus kalten nach warmen Himmelsstrichen begeben, in diesen nicht ausdauern können, ohne krank zu werden; hingegen diejenigen, so aus warmen nach kalten, nördlichen Ländern gehen, nicht allein durch diese Veränderung des Ortes an ihrer Gesundheit im mindesten nicht leiden, sondern diese sogar noch befestigen. Man muss sich daher bei Anlage der Städte sehr vor solchen Gegenden hüten, wo heisse Lüfte wehen. Denn alle Körper bestehen aus Uranfängen, das heisst, aus Wärme, Feuchtigkeit, Erde und Luft, aus deren mannigfaltigen Eigenschaften alle lebendigen Geschöpfe in der Welt überhaupt entstehen. In den Körpern nun, worin von allen Elementen die Wärme im Uebermafse herrscht, da ertödtet die Hitze die übrigen und löst sie auf. Und gerade diese schädliche Wirkung ist es, welche durch ein, von gewissen Himmelsgegenden erhitztes Klima hervorgebracht wird, wo die Hitze mehr auf den offenen Poren brütet, als es das Verhältniss der natürlichen Mischung der Urstoffe im Körper zulässt. Wo zu viel Feuchtigkeit in die Poren eindringt und darin die Oberhand gewinnt, da werden von derselben die übrigen Bestandtheile verdorben und verwässert, und die Eigenschaften der Zusammensetzung hören auf. Auf gleiche Weise wird der Kälte Uebermass, sie äussere sich nun in Feuchtigkeit, Wind oder Luft, den Körpern schädlich. Nicht minder werden durch Vermehrung oder Verminderung des natürlichen Verhältnisses der Luft oder der Erdtheilchen in einem Körper die

übrigen Grundstoffe geschwächt, vermehrt (oder vermindert) aber werden die Erdtheilchen durch Fülle (oder Kargheit) der Speisen, sowie die Lufttheilchen durch dicke (oder dünne) Luft. Um dieses desto genauer zu begreifen, darf man nur die Natur der Vögel, Fische und Landthiere beobachten, und man wird bald die Verschiedenheit der Mischung der Elemente wahrnehmen, denn anders sind sie bei der Vögel, anders bei der Fische und weit anders noch bei der Landthiere Geschlechte gemischt. Die Vögel haben wenig Erdtheile, wenig Feuchtigkeit, mehr Wärme und viel Luft; da sie nun aus leichteren Stoffen zusammengesetzt sind, so können sie sich auch leicht in die Luft schwingen. Die Natur der Fische aber besteht aus mässiger Wärme, aus mehr Luft und Erdtheilchen, allein aus höchst wenig Feuchtigkeit: daher sie denn auch, je weniger ihr Körper Feuchtigkeit enthält, desto besser im Wasser ausdauern, wenn sie aber aufs Land kommen, Wasser und Leben zugleich verlassen. Hingegen können die Landthiere, die nur aus mittelmässig viel Luft und Wärme, wenig Erdtheilchen und sehr viel Feuchtigkeit zusammengesetzt sind, nicht lange im Wasser leben, weil in ihnen ein Ueberfluss von Wassertheilchen vorhanden ist.

Wenn dem nun also ist, wie ich sage, dass, wie unsere Sinne uns überzeugen, die Körper aller lebendigen Geschöpfe aus jenen Elementen bestehen, und, wie ich darthue, durch derselben Ueberfluss oder Mangel erkranken und sterben, so ist es auch ausser Zweifel, dass man höchst sorgfältig darauf bedacht sein muss, sehr gemässigte Himmelsgegenden zur Anlegung einer gesund gelegenen Stadt zu wählen.

Aus diesem Grunde rathe ich sehr an, der Verfahrungsart der Alten bei solchen Gelegenheiten wohl eingedenk zu sein. Wenn unsere Vorfahren irgendwo eine Stadt anzulegen, oder ein Standquartier aufzuschlagen gedachten, so schlachteten sie zuerst von dem an diesem Orte weidenden Viehe Opfer und untersuchten deren Leber. War die Leber der ersteren grüngelb und ungesund, so schlachteten sie noch andere, ungewiss, ob einer Krankheit oder der Weide die Schuld davon beizumessen sei. Und wenn sie denn nach wiederholten Versuchen aus der Leber guten Beschaffenheit die Gesundheit des Wassers und der Weide erforscht hatten, so legten sie ihre Befestigungswerke an und liessen sich daselbst nieder. Wo sie aber die Leber durchaus ungesund fanden, da hielten sie dies für eine Anzeige, dass die an diesem Orte wachsenden Lebensmittel sammt dem Wasser für die Menschen ebenfalls verderblich sein würden, zogen anders wohin und suchten also vor allen Dingen eine gesunde Lage auf.

Dass man aber wirklich aus der Weide und dem Wasser die Gesundheit oder Ungesundheit eines Landes beurtheilen könne, das beweisen die Gefilde der Kreter am Flusse Pothereus, der auf Kreta zwischen den beiden Städten Gnosus und Kortyna fliesst. Am rechten und linken Ufer dieses Flusses weiden Viehheerden, doch nur die, so am Gnosischen Gestade weiden, haben eine Milz, die am gegenüber liegenden Gestade von Kortyna haben keine sichtbare Milz. Die Aerzte haben der Ursache dieser Erscheinung nachgeforscht und auf dieser

Seite ein Kraut entdeckt, das, vom Viehe gefressen, dessen Leber vermindert. Man sammelt daher dieses Kraut und bedient sich dessen als eines Mittels gegen die Milzsucht. Die Kreter nennen es milzverzehrend. Zeigt dieses nicht offenbar, dass von den Lebensmitteln und dem Getränke die gesunde und ungesunde Beschaffenheit eines Orts abhängt?

Wenn jedoch Städte an Sümpfen erbauet sind, welche nicht weit vom Meere und entweder gegen Mitternacht, oder zwischen Mitternacht und Morgen und höher als das Meeresgestade liegen, so sind solche mit Verstand angelegt. Denn durch gezogene Gräben erhält das Wasser Abfluss nach dem Gestade hin, und die von Ungewittern angeschwollene und bewegte See strömt in den Sumpf über, wo dann das eingemischte bittere Seewasser keine Art von Sumpfthieren aufkommen lässt; die aber, welche etwa von höberen Orten am Ufer herabschwimmen, werden von dessen Salze, welches sie nicht gewohnt sind, getödtet. Beispiele hiervon können die gallischen Sümpfe bei Altinum, Ravenna und Aquileja abgeben; sowie auch andere Municipal-Städte, die eine ähnliche Lage in der Nachbarschaft von Sümpfen haben und wo gleichwohl aus angeführten Gründen die gesundeste Luft herrscht. Allein tief liegende Sümpfe, die weder durch Flüsse, noch Graben abgeleitet werden, wie die pontinischen, verfaulen durch beständiges Stillstehen, und verbreiten in der Gegend umher ungesunde und pestilenzialische Ausdünstungen. So war auch in Apulien die alte Stadt Salapia, welche Diomedes nach seiner Rückkehr von Troja, oder wie andere schreiben, Elphias von Rhodus erbauet hatte, erst an einem solchen Orte gelegen; jedoch die Einwohner, die dieserhalb alle Jahre mit vielen Krankheiten geplagt wurden, gingen endlich den M. Hostilius an und erbaten im Namen des Gemeinwesens von ihm, dass er für sie einen bequemen Ort aufsuchen und auswählen möchte, wohin sie ihre Stadt verlegen könnten. Ungesäumt stellte dieser sehr gelehrte Beobachtungen an und erkaufte Ländereien nahe am Meere von gesunder Lage, hielt darauf beim römischen Senate und Volke um die Erlaubniss an, die Stadt dahin verlegen zu dürfen, und erbaute sodann die Ringmauern, theilte Baustätten ab und überliess diese je um eine Kleinigkeit den Bürgern zum Eigenthume. Dies gethan, vereinigte er einen See mit dem Meere und machte aus dem See für die Stadt einen Hafen. Und so wohnen nunmehr die Salapier, nur durch Verrückung von viertausend Schritt von ihrer alten Stadt, an einem höchst gesunden Orte.

VI. Kapitel: Abtheilung und Stellung der innerhalb der Ringmauer anzulegenden Gebäude. Nachdem die Ringmauer gezogen, müssen innerhalb derselben die Baustätten abgetheilt und die Hauptstrassen und Gassen angelegt werden. Letztere sind ordentlich angelegt, wenn man Sorge getragen hat, dass sie nicht windig sind, weil der Wind, wenn er kalt, beleidigt, wenn warm, verdirbt und wenn feucht, schadet. Diesem Uebel muss man vorbeugen, und ja verhüten, was in so manchen Städten der Fall ist, dass sie, wie z. B. Mitylene auf der Insel Lesbos, zwar prächtig und zierlich gebaut, aber unklug

gelegt sind. Weht in dieser Stadt der Südwind, so erkranken die Einwohner; ist Nordwest-Drittel-Nordwind, so husten sie; herrscht Nordwind, so genesen sie zwar wieder, können aber weder in den Strassen noch Gassen vor heftiger Kälte ausdauern. Der Wind ist eine strömende Luft, welche auf eine ungewisse Art ebbet und fluthet. Er entsteht, wenn die Wärme auf die Feuchtigkeit einwirkt und mit Gewalt die darin enthaltene Luft heraustreibt. Dass dieses wahr ist, lässt sich aus den kupfernen Windkugeln abnehmen, denn vermittelst dieser künstlichen Erfindung kann man in das Geheimniss der Natur hinsichtlich der verborgenen Beschaffenheit der Luft eindringen. Man macht diese Windkugeln aus Kupfer und hohl. Sie haben ein sehr enges Loch, wodurch man Wasser hineinfüllt und sie dann an das Feuer stellt. Bevor sie warm werden, kommt keine Luft heraus; sobald sich aber die Wärme darin verbreitet, so blasen sie einen sehr heftigen Wind ins Feuer. So lässt sich aus einem einfachen kurzen Versuche die grosse und ewige Theorie vom Wesen der Luft und der Winde einsehen und ergründen. Ein Ort, von welchem der Wind ausgeschlossen, ist nicht nur der Gesundheit gesunder Menschen zuträglich, sondern es befördert auch die infolge Abwesenheit des Windes entstehende Temperatur der Luft die Genesung von solchen Krankheiten, welche aus anderen Ursachen entstehen, und welche an anderen gesunden Orten bloss durch den Gebrauch der Arzneimittel können geheilt werden. Krankheiten, welche an Orten, so dem Winde offen stehen, schwer gehoben werden können, sind Schnupfen, Gicht, Husten, Seitenstechen, Schwindsucht, Blutspeien und alle übrigen, welche nicht durch ausleerende, sondern anlegende Mittel kurirt werden. Der Grund, warum sie so schwer zu heilen sind, ist der folgende: Erstlich, weil sie aus Erkältung entstehen, und dann, weil, wenn der Körper bereits durch die Krankheit an Kräften geschwächt ist, die durch den Wind in Bewegung gesetzte Luft ihn noch mehr angreift, indem sie ihn aller Säfte beraubt und auszehrt, dagegen stärkt und erquickt eine gelinde, dicke Luft, die vom Winde nicht durchweht wird und nicht beständig ebbet und fluthet und sich wegen ihrer unbeweglichen Stetigkeit an die Glieder der Kranken anlegt. Einige sind der Meinung, es gebe nur vier Winde: den Ostwind — aus Morgen; den Südwind — aus Mittag; den Westwind — aus Abend und den Nordwind — aus Mitternacht. Diejenigen aber, welche genauere Beobachtungen darüber angestellt haben, behaupten, es seien ihrer acht. Dieser Meinung war besonders Andronikus aus Kyrrhus zugethan, der auch, zum Beweise derselben, zu Athen einen achteckigen marmornen Thurm erbaut und an jeder der acht Seiten desselben je das Bild des dagegen wehenden Windes in erhabener Arbeit dargestellt hat. Oben auf diesem Thurme hat er eine marmorne Kegelsäule errichtet, worauf er einen Triton aus Erz gestellt, welcher in der Rechten eine Ruthe vor sich hinstreckt und so künstlich eingerichtet ist, dass er von jedem Winde umgekehrt wird, immer gegen den Wind gekehrt stehen bleibt und mit der Ruthe auf das Bild des wehenden Windes herabzeigt. Hier ist zwischen

dem Ost- und Südwind in den Wintermorgen der Südostwind eingeschaltet; zwischen dem Süd- und Westwind in den Winterabend der Südwestwind; zwischen dem West- und Nordwind der Nordwestwind und zwischen dem Nord- und Ostwind der Nordostwind.

Nachdem ich also der Winde Zahl und Benennung, und die Weltgegenden, woher sie wehen, angegeben habe, so will ich nun die Methode lehren, wie ihre Richtung nnd Striche auszufinden sind.

Man lege im Mittel der Stadt eine marmorne Scheibe wagerecht oder mache den Ort selbst vermittelst des Richtscheits und der Setzwage so eben, dass man die Scheibe nicht vermisst. Anf dem Mittelpunkte errichtet man einen ehernen Zeiger, Gnomon, Schattenspürer genannt. Ungefähr um fünf Uhr Vormittags beobachte man dieses Zeigers äussersten Schatten und bezeichne denselben durch einen Punkt. Darauf beschreibe man ans dem Mittelpunkte eine Zirkellinie durch diesen Pnnkt, welcher die Schattenlänge des Zeigers bezeichnet. Ingleichen beobachte man Nachmittags jenes Zeigers wachsenden Schatten und sobald er die Zirkellinie berührt und also ebenso lang, als Vormittags ist, bezeichne man ihn wieder mit einem Punkte. Aus diesen beiden Punkten beschreibe man zwei Zirkel, welche einander kreuzweise durchschneiden, nnd durch den Dnrchschnitt nnd den Mittelpnnkt ziehe man eine gerade Linie bis an den Rand der Zirkelfläche, damit man die südliche und nördliche Himmelsgegend erhalte. Hierauf nehme man den sechzehnten Theil des ganzen Umfangs der Zirkellinie, stelle den einen Schenkel des Zirkels auf den Punkt, wo die Mittagslinie in dieselbe fällt, und mache mit dem anderen Schenkel auf der Zirkellinie rechts und links Merkmale, nnd ebenso, wie auf der Mittagsseite verfahre man gleichfalls auf der Mitternachtsseite. Dann ziehe man aus diesen vier Merkmalen durch den Mittelpunkt kreuzweise Linien von einem bis zum anderen Ende des Umkreises, wodurch man die Figur des Achtels der südlichen und nördlichen Weltgegend erhält nnd ordne die übrigen Achtel, drei zur Rechten und drei zur Linken, dergestalt in dem Umkreise an, dass acht gleiche Abtheilungen der Winde auf der Windrose heranskommen. Alsdann lasse man von den Ecken aus, je zwischen zwei Windstrichen, sowohl die Strassen als Gassen laufen. Bei einer Anlage nach dieser Methode sind Wohnnngen nnd Strassen vor den beschwerlichen ungestümen Winden geschützt; da sonst, wenn die Strassen gerade gegen den Windstrich gerichtet sind, die ans dem Freien kommenden Stürme, eingeengt in die Gassen, sie nur mit desto mehr Heftigkeit und Ungestüm durchstreichen. Aus diesem Grunde lege man daher die Strassen so an, dass alle Winde gegen die Ecken der freistehenden Quartiere treffen, sich da brechen, zurückprallen und verfliegen.

VII. Kapitel: Wahl der zum öffentlichen Gebrauche bestimmten Orte.

Nachdem man die Gassen abgetheilt nnd die Strassen angelegt hat, sind die Plätze zur öffentlichen Bequemlichkeit und zum öffentlichen Gebranche, das heisst, zu den Tempeln, dem Markte und den übrigen öffentlichen Orten zu

wählen. In einer Seestadt muss der Marktplatz nahe beim Hafen, in einer Landstadt aber im Mittel der Stadt gewählt werden. In Ansehung der Tempel, so ist den vorzüglichen Schutzgottheiten der Städte, dem Jupiter, der Juno, der Minerva, an einem sehr erhabenen Orte, von wo man den grössten Theil der Stadt übersehen kann, der Platz zu bestimmen. Den Tempel des Merkur setze man auf den Markt oder auch, wie den der Iris und des Serapis, auf den Stapel- oder Handelsplatz, dem Apollo und Bachus errichte man Tempel beim Theater, dem Herkules an Orten, welche weder Gymnasium noch Amphitheater haben, bei der Rennbahn, dem Mars ausserhalb der Stadt, jedoch auf flachem Felde und so ebenfalls der Venus, am Thore, also ist es auch den etruskischen Weissagern in den Schriften ihrer Kunst anempfohlen. Die Tempel der Venus, sowie die des Vulkan und des Mars, heisst es darinnen, sind deshalb ausserhalb der Stadt zu errichten, damit in der Stadt nicht unter den jungen Leuten und Weibern der Hang zur Unzucht einreisse. Indem die Gottheit des Vulkan durch Gebet und Opfer aus der Stadt herausgerufen wird, werden die Gebäude vor der Furcht vor Feuersbrünsten gesichert. Dadurch aber, dass dem Gotte Mars Tempel ausserhalb der Stadt errichtet werden, wird Zwiespalt keine Bürgerkriege erregen, sondern die bürgerliche Wohlfahrt wird durch Sicherheit vor Feinden und vor Kriegsgefahren befördert werden. Auch den Ceres-Tempel stelle man ausserhalb der Stadt an einen Ort, den die Leute nicht anders als beim Opfer besuchen, weil Andacht und reine, keusche Sitte da walten muss. Uebrigens sind die Tempelplätze den Opferceremonien der Götter gemäss einzurichten."

Zur Veranschaulichung des in kurzen Zügen dargestellten Entwicklungsganges des antiken Städtebaues sollen nachstehend noch einige der hervorragendsten Schöpfungen des Alterthums auf diesem Gebiete vorgeführt werden. Hierbei ist zu bemerken, dass sich diese Beschreibung nur auf diejenigen Punkte erstrecken kann, die für die Ingenieurtechnik von Bedeutung sind.

Bei der grossen Zahl der in dem Zeitalter Alexanders und seiner Nachfolger geschaffenen Stadtanlagen können nur einzelne Schöpfungen näher behandelt werden. In erster Linie kommen in Betracht: Alexandria, Pergamum, Antiochia, Palmyra. Alexandria galt lange Zeit als das Muster einer schönen Stadtanlage. In neuerer Zeit gewinnt die Ansicht, dass bei dieser Schöpfung das Schematische gegen das Künstlerische bereits zu sehr in den Vordergrund getreten sei, die Oberhand.

Wie die neueren Forschungen, so in erster Linie die auf Veranlassung Napoleons III. von Mahmud Beg angestellten Ausgrabungen und Ermittelungen gezeigt haben, ist das Bild, das man früher auf Grundlage der antiken Beschreibungen von Alexandria zu geben versucht hat und wie solches in Abb. 130 wiedergegeben ist, ein nicht zutreffendes. Die Ergebnisse der Arbeiten Mahmud Begs zeigen besonders, dass die Annahme über die Richtung der Strassen, parallel zum Meeresgestade eine irrige war. Abb. 139 giebt in den Haupt-

zügen den von Mahmud Beg aufgezeichneten Plan wieder. Die Lage der Stadt war sehr günstig zwischen dem See Mareotis und dem Meere gewählt. Der Stadt gegenüber lag im Meere die bereits früher erwähnte Insel Pharus mit dem Leuchtthurm.

Der Stadtplan wurde von dem Baumeister Deinokrates entworfen, die Ausführung soll in den Händen des Architekten Kleomenes von Naucratis gelegen haben. Im allgemeinen lehnte sich der Plan an die von Hippodamos von Milet aufgestellten Grundsätze an.

Die grösste Längenausdehnung der Stadt von SW. nach SO. betrug 5090 m, die Breite im Durchschnitt 1700 m. Die Strassen waren nach einem völlig

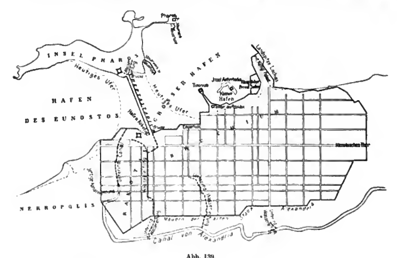


Abb. 139.
Stadtplan von Alexandria.

rechtwinkligen Netz angelegt. Die Zahl der Längsstrassen war sieben, die der in der Breitenrichtung liegenden Strassen zwölf. Die Hauptstrasse führte nach der Hafenstadt Kanobus, nach welcher das östliche Stadthor benannt war. Auf beiden Seiten dieser Strassen scheinen Säulen gestanden zu haben, eine Anordnung, die den Säulenstrassen zahlreicher syrischer Städte nachgeahmt war.

Während die Fahrdammbreite der Hauptlängsstrasse und der Hauptquerstrasse (an deren Endpunkten die sogenannten Thore der Sonne und des Mondes sich befanden) 14 m betrug, war die der übrigen Strassen 7 m. Mit Einschluss der Fusssteige war nach Strabo die Breite der Hauptstrasse 30 m.

Die Glanzpunkte Alexandrias bildeten nach diesem Schriftsteller die ein Stadium (= 185 m) lange Säulenhalle des Gymnasiums, die künstliche Anhöhe des Paneums Bruchium und die herrlichen Haine.

Im Stadttheil Bruchium stand das berühmte Musenm mit der grossen alexandrinischen Bibliothek, deren Gründung Ptolomaeus Lagi zu verdanken war und die Philadelphus katalogisiren liess. Eine zweite berühmte Bibliothek enthielt der Serapistempel im Südwesten der Stadt. Die genaue Lage dieser Gebäude ist nicht mit Gewissheit festgestellt nnd deren Mehrzahl hat daher in dem Lageplan Abb. 139 keine Berücksichtigung gefunden. Die an dem kanobischen Kanal belegene Vorstadt Eleusis besass einen Hügel, der bereits im Alterthum mit öffentlichen Gartenanlagen bedeckt war. Hier sind vielfache Spuren von Wasserleitungen aufgefunden worden.

Als die bemerkenswertheste Stadtanlage, an einer Stelle, die den Uebergang des Gebirges in die Ebene bildet, ist wohl Pergamon zu nennen.

Pergamon liegt etwa 3 Meilen von dem Meere entfernt, anf und am Fusse einer der felsigen Vorsprünge des von dem Gebirge Pindasos sich abzweigenden und in die nach dem Flusse Kaïkos genannte Ebene sich erstreckenden Vorgebirges.

Dieser Ort gehört zu jener Reihe von Städten, bei deren Gründung das Erforderniss der Sicherheit in erster Linie für die Wahl des Platzes ausschlaggebend gewesen war. Diese günstige Lage wurde durch das ausgezeichnete Klima und den grossen Wasserreichthum noch erheblich verbessert. Zwei Bäche, der Selinns und Ketios umflossen die alte Stadt, von welchen der letztere im Alterthum vielleicht sogar den Schiffsverkehr gestattet hat.

Dass der Platz, auf welchem Pergamon liegt, bereits frühzeitig zu Ansiedelungen benutzt wurde, zeigen die vorhandenen Felsenwohnungen. Früh entstand hier ein Heiligthum des Asklepios und wurde die Stadt ein vielbesuchter Heilort.

Am Fusse der 270 m über dem Terrain liegenden Burg, durch welche die reiche Kaïkos-Ebene überwacht wurde, entstand im Laufe der Zeit ein unteres Pergamon.

Nach der von Pausanias übermittelten Sage soll die Stadt durch den Heldensohn der Andromache, Pergamus, gegründet worden sein. Geschichtliche Nachrichten über die älteste Periode der Stadt sind nicht vorhanden. Erst Xenophon berichtet über dieselbe, jedoch nur in sehr flüchtiger Weise. Zu jener Zeit hatte der Grosskönig von Persien die Familie des Damarotos von Sparta daselbst angesiedelt. Reiche persische Familien bewohnten in der Ebene befestigte Landhäuser. Im Anfange des 3. Jahrhunderts v. Chr. war die Stadt im Besitze des Lysimachos, der in der festen, hochgelegenen Bnrg seine Schätze (38 Mill. Mark) aufbewahren liess, die er dem Schutze des Eunuchen Philetairos anvertraute, der später Statthalter wurde. Philetairos fiel in der Folgezeit von Lysimachos ab, nnd gründete hier eine eigene Herrschaft. Sein Nachfolger, Eumenes I, dehnte die Herrschaft aus, der zweite Nachfolger Attalos I nahm den Königstitel an. Von den weiteren Herrschern ist besonders Eumenes II. zu nennen, dem Pergamon wesentlich seine bauliche Umgestaltung zu verdanken

hat. Unter diesem Herrscher (197—159 v. Chr.) wurde die bedeutende und umfangreiche Aufgabe gelöst, die zwischen der 1000 Fuss hohen Burg und der Unterstadt durch die natürlichen Verhältnisse verursachte Trennung zu beseitigen. Nach dem Tode Attalos III. (133 v. Chr.) begann die römische Epoche. Auch unter der römischen Herrschaft nahm die Stadt eine hohe Stellung ein, die Königsschätze wurden allerdings nach Rom entführt. Von den Kaisern schmückten späterhin besonders Augustus und Trajan die Stadt mit weiteren Bauanlagen.

Bei dem Unternehmen Eumenes II. galt es, das unfügsame Terrain mit allen zu Gebote stehenden Mitteln dem gewollten Zwecke anzupassen, d. h. den gesammten Felshang bewohnbar zu machen und somit Oben und Unten zu einem einheitlichen Ganzen zusammenzufassen. Die Stadt zerfiel nach Vollendung dieser Arbeit in drei zusammenhängende Theile, in die Hochburg, die Terrassenstufen und in die vom Selinus durchflossene Unterstadt. Ausserordentliche Fels- und Mauerarbeiten mussten vorgenommen werden, um das Terrain dem gesteckten Ziele gemäss umzuformen. So findet sich im Nordosten, gegen das Ketiosthal hin, eine Quadermauer von 80 Fuss Höhe, die dossirt ist, um ihre Festigkeit zu erhöhen. Ausserdem wurde ein ausgedehnter Gebrauch von Strebepfeilern gemacht, die vielfach an ihrem oberen Theile durch Gewölbe verbunden sind. Die Neigung der Strebepfeiler ist stärker als die der Mauern, sie beträgt meistens 1:6. Um den Burgfels, der von Natur nur von der Südseite aus zugänglich war, mit der Unterstadt zu verbinden, wurde eine Stufenfolge von Terrassen hergestellt, zwischen welchen sich der Fahrweg hinaufzog. Die Terrassen selbst wurden zur Aufnahme öffentlicher Gebäude ausgenutzt. Man hat versucht, sich ein Bild von der einstigen Pracht dieser Stadt zu schaffen und ein solches Bild ist in Abb. 140 wiedergegeben. Auf die hochinteressanten Gebäude und Anlagen, die auf der Burg entstanden, kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Die Unterstadt ist gleichfalls ein interessantes Beispiel für die Entwicklung des griechischen Städtebaues. Während die Hellenen, wie die älteren Stadtanlagen zeigen, lange Zeit Scheu davor trugen, wegen der etwa hieraus entspringenden Gefahr fliessende Gewässer in das Innere der Städte aufzunehmen, ist Pergamon gleich Seleucia Pieria ein Beispiel, wie die Griechen es in späterer Zeit verstanden, nicht nur ein vorhandenes Gewässer zur Verschönerung der Stadt zu benutzen, sondern es auch direkt nutzbar zu machen.

Der Selinus floss durch die Neustadt, die durch die Vereinigung verschiedener kleiner Ortschaften gebildet wurde. An demselben wurden Ufermauern geschaffen, in welchen die Mündungen der Kloaken lagen. Fünf Brücken, darunter eine bedeutsame Ueberbauung des Selinus, stellten die Verbindung zwischen beiden Ufern her. Die Fundamente dieser Brücken und Quaimauerreste sind noch vorhanden, ebenso die beachtenswertheste aller auf den Selinus bezüglichen Bauanlagen, die beiden parallelen Tonnengewölbe über diesem Bach-

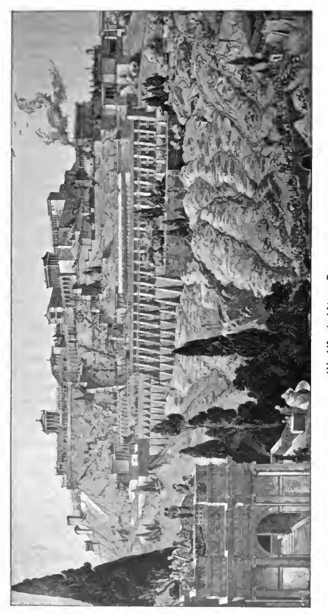


Abb. 140. Ansicht von Pergamon.

lauf. Wie bereits im Kapitel „Brückenbau“ ausgeführt wurde, sind diese Bauwerke, namentlich das grosse Tonnengewölbe jedoch Anlagen, die der römischen Epoche ihre Entstehung verdanken. Der Zweck dieser Gewölbe war, inmitten der Stadt den Flusslauf verschwinden zu lassen und eine Fläche zwischen beiden Ufern zu schaffen, auf der eine grosse öffentliche Bauanlage in einheitlicher Art und Weise ausgeführt werden konnte. Die Bekleidung von allen diesen Bauwerken besteht aus grossen behauenen und an der Aussenfläche bossirten Quadern. Die Länge der Quaimauern beträgt 867 m. Die Brücken etc. sind dargestellt in den Abh. 110 u. 111, Seite 303 u. 304. Auch eine Säulenstrasse, wie solche später in Antiochia und Palmyra in höchster Vollendung zur Ausführung kamen, besass Pergamum.

Die Blütheperiode der syrischen Städte begann mit der Herrschaft der Seleuciden, den Kulminationspunkt erreichten sie unter den Römern. Ein grosser Theil dieser Städte verdankte Seleucus Nicator seine Entstehung, einige Städte, wie Caesarea, Samaria, Tiberias wurden durch die nacheifernde Thätigkeit jüdischer Fürsten gegründet. Auch die Herrschaft der Römer liess hier weitere Städte entstehen. Durch die Anlage von Strassen und durch die Eröffnung eines lebhaften Verkehrs mit dem Occident förderten die Römer den Reichthum des Landes ausserordentlich und eine grössere Anzahl Städte erhob sich unter der römischen Herrschaft zu einem sehr blühenden Zustande. Selbst die unwirthschaftlichen Distrikte der Haurân-Gebirgslandschaft wurden von den Römern in den Bereich der Kultur gezogen.

In der ersten Reihe der Schöpfungen der Seleuciden steht Antiochia. Diese Stadt liegt am Fusse des Mont Casius in der Ebene und wurde von dem Orontes durchflossen, der im Alterthum schiffbar war, ja auch noch zur Zeit der Kreuzzüge Schiffen die Fahrt bis zur Stadt ermöglichte. Die grosse Kapitale des seleucidischen Königreiches galt auch noch unter den römischen Kaisern als die bewunderungswertheste heidnische Prachtstadt des Orients und trug zum Unterschied von den Städten gleichen Namens die Bezeichnung „die grosse Antiochia“, deren Emporium das bereits beschriebene Seleucia Pieria war.

Antiochia selbst bildete frühzeitig einen bedeutenden Verkehrsknotenpunkt, gingen doch von hier einige sehr belebte Handelsstrassen aus, so namentlich der Landweg zum Euphrat, für welche Route Seleucus Nicator den Brückenübergang über den Euphrat am Zeugma erbaute.

Zur Zeit der Römerherrschaft bildete Antiochia den Sammelplatz der römischen Legionen und die Cäsaren unternahmen von hier aus die Kriegszüge gegen die Parther und Sassaniden. Zahlreich sind die Reste der in Nordsyrien aufgefundenen Römerstrassen.

Auf diesen Verkehrswegen wurde Antiochia mit Getreide und Luxuswaaren aus dem Orient versorgt, während ihm aus dem Occident auf dem Meere alles sonst zugeführt wurde, was diese grosse Stadt bedurfte, die begünstigt durch die fruchtbare Lage, sich zu einem der schönsten und lieblichsten

Punkte der Erde entwickelte. Allerdings bedrohten auch diesen Punkt nicht selten die von dem Casius herabstürzenden Bergwasser und namentlich heftige Erdbeben. Während das erstere Uebel durch die Errichtung kostbarer Wasserbauten, Dämme, Aquädukte, Kanäle, Bassins etc. beseitigt oder gemildert wurde, waren gegen die letzteren keine Abhilfemittel möglich. Fünf grosse und zerstörend wirkende Erdbeben sind aus der Zeit des Alterthums bekannt. Das erste fiel in das Jahr 148 v. Chr., das zweite in das Jahr 37 n. Chr., das dritte trat unter der Regierung des Claudius ein, das vierte im Jahre 115 als Trajan in Antiochia weilte. Damals wurden die Stadt und der Lustort Daphne, der später noch näher zu beschreiben sein wird, zerstört, selbst der Mont Casius schwankte. Das fünfte Erdbeben fällt in das 5. Jahr von Konstantinus Regierungszeit.

Von jedem dieser Schläge erholte sich die Stadt wieder, doch musste naturgemäss ihre Grösse und Bedeutung, vor allem ihr Glanz durch diese furchtbaren Katastrophen Einbusse erleiden.

Die Ruhmsucht der Antiochier liess zwar die Stadt in einer sehr frühen Zeit entstanden sein, in Wirklichkeit aber verdankte sie Seleucus Nicator (300 v. Chr.) ihre Existenz, der diese Gründung seinem Vater Antiochus zu Ehren, Antiochia nannte.

In Antiochia vermischten sich die Sitten und Lebensgewohnheiten des Occidents mit dem weichlichen orientalischen Wesen; ein übermässiger Luxus, Kunstsinn, schlüpfrige Sitten, gesteigerter religiöser Fanatismus mit syrisch-chaldäischem Wunder- und Aberglauben verbunden und andererseits wieder zahlreiche christliche Märtyrer, Scharen von Anachoreten, Alles war hier im Laufe der Jahrhunderte anzutreffen. Diese asketischen Männer stiegen von den Felshöhen, in deren Klüften sie hausten, herab, um in den Strassen dieser weltlich gesinnten Grossstadt ihre Hymnen zu singen. Hier in Antiochia erregte im 5. Jahrhundert Simon, der Säulenheilige, das Erstaunen und die Bewunderung der Menge.

Für die Gründung des Seleucus Nicator waren in erster Linie Verkehrsinteressen in Frage gekommen. Ihre künstlerische Ausgestaltung erhielt die Stadt unter dessen Nachfolgern und unter der Herrschaft der Römer. Antiochus der Grosse (222—187 v. Chr.) war der Gründer des neuen, auf der von dem Orontes gebildeten Insel belegenen Stadttheils, welcher mit der Altstadt durch fünf Brücken verbunden wurde. Der dritte Stadttheil, Epiphania genannt, verdankte seine Entstehung Antiochus Epiphanus (175—164 v. Chr.). Dieser Theil der Stadt lag nach Süden an der Bergseite.

Von den mit der Ingenieurtechnik in Beziehung stehenden Bauanlagen Antiochias ist an erster Stelle der, die Mitte der Stadt in ihrer ganzen Längenausdehnung durchziehenden Säulenstrasse Erwähnung zu thun. Die Länge dieser mit vier Säulenreihen geschmückten Strasse, die sich von einem Stadtthore bis zum andern erstreckte, betrug 36 Stadien (etwa 1 Stunde Entfernung). Die

Strassenfläche war mit weissen und anderen kostbaren Marmor- und Granitplatten getäfelt. Durch Bedachung waren zwei gedeckte Säulenhallen (Kolonaden) gebildet, die gegen die heissen Sonnenstrahlen Schutz gewährten. Die zwischen diesen Kolonaden befindliche Fläche war unbedacht, sodass hier die Promenirenden sich unter freiem Himmel ergehen konnten. In der Richtung von Süd nach Nord, vom Bergabhang durch die Ebene bis zu der im Norden befindlich gewesenen Fluss-Insel erstreckte sich eine zweite Strasse ähnlicher Art. Beide Strassen, welche die ganze Stadt in vier grosse Quartiere (Tetrapolis genannt) theilten, wurden in ihrer Pracht und Grossartigkeit von keiner Schöpfung dieser Gattung an anderen Orten überboten.

Die berühmteste Säulenstrasse (Stoenstrasse) wurde höchstwahrscheinlich durch Tiberius und Herodes geschaffen, jedenfalls erhielt sie ihre letzte Vollendung unter dem genannten römischen Kaiser. Herodes scheint durch die Ausführung der Planirungsarbeiten den Grund zu dieser Anlage gelegt zu haben.

Nach anderen Mittheilungen liess Herodes, um seinem Gönner Augustus zu schmeicheln, da letzterer mit Aggrippa in Antiochia einen Triumph gefeiert hatte, an einer sumpfigen Stelle eine sehr schöne via publica von einer Stunde Länge anlegen und sie mit Marmorplatten belegen.

Nach Försters Ansicht sind auch die Kolonaden der Inselstadt ein Werk der Römer und nicht des Antiochus des Grossen und zwar glaubt er diese Schöpfung in die Zeit des Gallien verlegen zu können (253—268 n. Chr.).

Aehnliche Säulenstrassen waren fast allen grossen Städten der Syrer eigen. Als weitere Beispiele seien genannt: Rabbath-Ammon, (Philadelphia) Gerasa, Scythopolis, Gadara, Apamea, Palmyra, Dscherasch, sowie die Städte des Herodes: Caesarea, Sebastije und Jericho. Bedeckte Strassen wurden auch in Kleinasien angelegt, so ausser in Pergamon und Soli, in Ephesus, woselbst der Sophist Damianos die von dem magnesischen Thor nach dem berühmten Heiligthum dieser Stadt führende Strasse in der Länge von einem Stadium mit einer bedeckten Marmorhalle überbaute, damit die zum Heiligthum Wandernden nicht vom Regen belästigt wurden. Ein ähnlicher Hallenweg verband in Korinth die Stadt mit dem Hafenort Lechaion. In Konstantinopel erstreckten sich die Säulengänge, die zu beiden Seiten des Fahrdammes mehrerer Strassen hergestellt wurden, sogar über zwei Stockwerke.

Von den aufgeführten Städten rivalisirte Palmyra am meisten mit Antiochia. Palmyras Ursprung ist in Dunkel gehüllt, der Name wird vielfach in Verbindung mit dem des Königs Salomo genannt und zwar heisst es von ihm „und bauete Tadmor in der Wüste“. Ob sich diese Worte thatsächlich auf Palmyra beziehen oder nicht, kann an dieser Stelle nicht erörtert werden. Palmyras Kaufleute trieben einen sehr lukrativen Tauschhandel zwischen den Römern und Parthern. Von den Stapelplätzen der indischen Waaren am persischen Meerbusen ging eine Karawanenstrasse über Palmyra nach Damaskus. Ferner gingen von hier aus Strassen nach Emesa und nach Salaminias; durch Militär-

posten wurden diese Wege gegen die Angriffe der Araher gesichert. Der Zeitpunkt, zu dem Palmyra in den Besitz der Römer gelangte, ist ungewiss. Im Jahre 129 n. Chr. hesuchte Kaiser Hadrian die Stadt und diesem Fürsten und seinen Nachfolgern hat sie ihre glänzendste Periode zu verdanken. Die Erhehung der Familie des Odenath führte eine zweimalige Eroherung der Stadt, sowie die schliessliche Zerstörung durch Aurelian im Jahre 273 herbei. Odenathus hatte nach der Gefangennahme des Kaisers Valerianus durch den Perserkönig Sapor die römische Provinz am Euphrat gegen die Perser siegreich vertheidigt, seit dem Jahr 260 n. Chr. scheint er sich König von Palmyra genannt zu haben. Er ernannte seinen Sohn Herodes und seine Gemahlin Zenobia zu Mitregenten. Bereits im Jahre 267 n. Chr. wurde Odenathus ermordet, Zenobia führte die Regierung fort und erhoh sich durch ihre Thatkraft zu der mächtigsten Königin des oströmischen Reiches. Ihrer Herrschaft wurde durch Kaiser Aurelian ein gewaltsames Ende hereitet und die glanzvolle Stadt fiel der Zerstörung anheim. Palmyras vortheilhafte Handelsstellung als „Land des Durchgangs" aus Indien, Parthien und den Euphratländern nach Aegypten und dem Westen musste naturgemäss mit dem Moment der Entdeckung des Seeweges nach Indien um das Vorgehirge der guten Hoffnung, ein für alle Mal ein Ende erreichen.

Während in der Ausgestaltung von Antiochia der griechische Einfluss eine massgebende Rolle spielte, muss die Entwicklung Palmyras zu einer Prachtstadt wohl ausschliesslich den Römern zugeschrieben werden. Diese Ansicht stützt sich u. a. auf das in Palmyra vorkommende eigenthümliche Sculpturornament. Dasselhe bildete an den Säulen Kragsteine, die zur Aufnahme von Statuen und Büsten hestimmt waren. Dieses Ornament findet sich in den anderen syrischen Städteruinen nicht. Die in Abb. 141 wiedergegebene Ansicht der Hauptsäulenstrasse lässt diese Konsolen deutlich erkennen. Die Säulenstrasse Palmyras ging gleichwie diejenigen von Antiochia durch die Mitte der Stadt und war ebenfalls vierdoppelt. Die Länge üherstieg die der Stoenstrasse von Antiochia um das doppelte. Sie erstreckte sich durch die Ebene vom grossen Sonnentempel durch die Bazare der Handelsstadt his an den Fuss der westlichen Bergeshöhen. Von dieser mächtigen Säulenstrasse stehen heute noch einige Hundert Säulenschäfte von 20 his 30 Fuss Höhe; durch Messungen hat man im Ganzen 7180 Säulen nachweisen können. Die Gesammtlänge der Hauptstrasse war etwa 3500—4000 Fuss. Auf dieser Strecke waren 4 bis 5 Gruppen grosser oder kleinerer Portiken mit Prachtgehäuden vertheilt. Kürzere Säulenstrassen zweigten von der Hauptstrasse rechtwinklig nach Süd und Nord ah. An den Kreuzungspunkten lagen Gruppen von Palästen, Tempeln und anderen öffentlichen Bauten, auch zahlreiche sonstige Kunstwerke waren hier aufgestellt. Die grossen vierdoppelten Säulengänge waren, wie die aufgefundenen Reste haben erkennen lassen, mit Marmor getäfelt. Die Abb. 142, 143 zeigen den Abschluss der Säulenstrasse durch den Strassenbogen Hadrians.

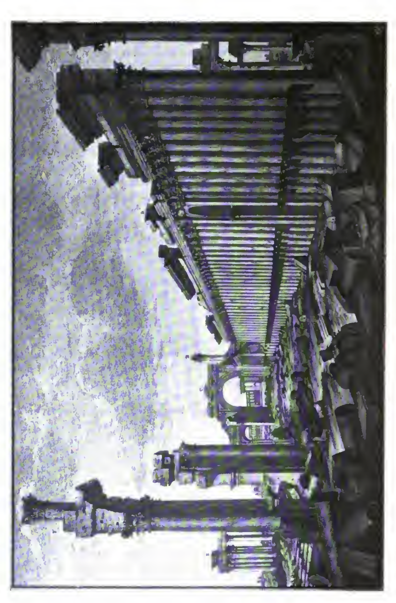


Abb. 141. Säulenstrasse in Palmyra.

In Apamea, einer Stadtanlage aus guter seleucidischer Zeit, geht die Hauptstrasse in einer Länge von mehr als 1,5 km von einem bis zum anderen Thor. Die Breite beträgt 37 m. Beide Seiten der Strasse waren mit Säulenreihen von korinthischer Ordnung geschmückt, deren Höhe 9 m betragen hat.

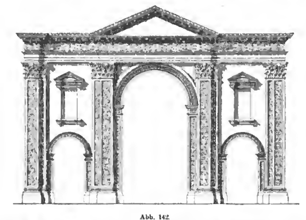


Abb. 142.
Abschluss der Säulenstrasse von Palmyra durch den Strassenbogen Hadrians.

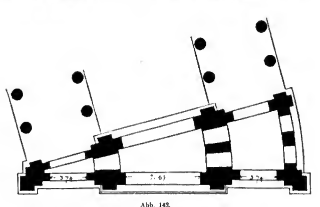


Abb. 143.
Grundriss des Abschlusses der Säulenstrasse von Palmyra.

Die Entfernung der Säulen einer Reihe von einander misst etwa 2 m. Zwischen der Kolonnade und den Häusern war beiderseitig ein Abstand von 7,5 m. Die Säulen zeigen in ihren Schäften und Kannelirungen eine reiche Abwechselung. Zu beiden Seiten der Säulengänge befinden sich mehrere Plätze, die gleichfalls von Säulen umstellt waren, deren Höhe bis zu 10,5 m und deren Durchmesser

1.2 m betragen hat. Auch in Apamea wurde die Hauptstrasse von einer Anzahl Querstrassen rechtwinkelig geschnitten. Das Gleiche war in Gerasa der Fall. Die mit Kolonnaden ausgestattete Hauptstrasse läuft von Süd nach Nord und geht von Thor zu Thor. Auch einige Querstrassen zeigen die Reste ehemaliger Säulenreihen. Die südliche Querstrasse von Gerasa führte gegen Osten auf einer breiten Treppenflucht nach dem Fluss hinab (Wadi Deir, Seil Dscherâsch oder Keruan) und überschritt ihn auf einer Brücke, die aus drei Bogenöffnungen bestand. Von den östlichen Höhen läuft auf die Strasse der Aquädukt zu, durch den die Stadt mit Wasser versorgt wurde und der nach der Ansicht mehrerer Forscher mit dem Kanâtir Fir'ôn (s. Kapitel „Wasserversorgungsanlagen") in Verbindung gestanden haben soll. An dem Schnittpunkt der im Süden des Haupttempels vorüberführenden Querstrasse sind in den vier Ecken grosse kubische Steinmassen errichtet, die als Postamente von Statuen gedient haben dürften. Derartige Bauten zeigt auch die in der Haurân-Ebene liegende Stadt Schohba, woselbst diese Postamente aus Quadersteinen von 12 Fuss Länge und 9 Fuss Höhe errichtet sind. In Gadara, dem seiner Heilquellen wegen berühmten antiken Badeort, hat die Säulenstrasse eine Breite von 15 Schritt und eine Länge von einer Viertelstunde. Diese Strasse ist mit schwarzen Basaltblöcken gepflastert und gleichwie in Palmyra von Ost nach West gerichtet.

Die Säulenstrasse von Soli oder Pompejopolis führte in gerader Richtung vom Hafen zum inneren Landthor. Sie bestand aus etwa 200 Säulen von mässiger Höhe und mittelmässiger Arbeit.

In Italien weisen die Ueberreste der einst so hochbedeutsamen Stadt Aquileja darauf hin, dass hier Kolonnadenstrassen vorhanden waren.

Felsenstädte. Eine ganz eigenartige Stadtform tritt uns in den antiken Felsenstädten entgegen, auf deren bewunderungswerthe Ueberbleibsel mit einigen Worten hingewiesen werden möge.

Städte dieser Art finden sich namentlich in Indien und Arabien. Diese Stadtanlagen sind aus dem massiven Felsen gehauen und bedingten bei den primitiven Werkzeugen, welche ihren Schöpfern zur Verfügung standen, eine ganz enorme Arbeitsleistung. Für Indien sind als die hervorragendsten Schöpfungen die Felsenstädte Mahabalipuram oder Mahamalaipur in der Nähe der Mündung des Palawflusses in Dekan und die Troglodytenstadt auf Salsette zu nennen. Diese Städte bestehen in der Hauptsache aus Tempeln und Gemächern, die zu Herbergen für die Priester und Pilger bestimmt waren. Zahlreiche Cisternen dienten zur Aufnahme des kühlen Bergwassers.

Die bedeutendste Felsenstadt Arabiens, Petra, nimmt mit Rücksicht auf ihre grosse Bedeutung für den antiken Welthandel und im Hinblick auf den grossen Reichthum ihrer Architekturreste den ersten Rang unter allen Schöpfungen dieser Art ein. Diese Stadt, die Residenz der nabataeischen Könige und eine alte hochangesehene Handelsmetropole auf der Karawanenstrasse von Arabien nach Palästina, Phönizien und Aegypten, muss, wie auch bereits im II. Kapitel

ausgeführt wurde, zu den merkwürdigsten Ruinenstädten der Erde überhaupt gezählt werden. Die durch den Handel gewonnenen grossen Reichthümer gestatteten den Bewohnern die Felsenstadt in der prunkvollsten Art und Weise auszugestalten. Die Felsenstadt, auf deren reiche Architekturschätze hier nicht eingegangen werden kann, zieht sich in einer Länge von $1^1/_2$ km in der schmalen Schlucht des Moseshaches (Sykhach) hin, dessen Wasserlauf durch eine grössere Anzahl von Brücken überspannt ist. Der Eingang zu diesem Felsenthal zeigt einen schönen flachen Bogen von 12 Fuss Weite. Nach unten sind heide Seiten mit Pfeilern verziert, zwischen welchen sich aus dem Felsen gehauene Nischen befinden, die zur Aufnahme von Statuen hestimmt gewesen sein dürften. Von den meisten Forschern wird dieser Bogen nicht für eine Brücke, sondern für ein Stadtthor oder einen Triumphbogen gehalten.

In dem Gebiete der beiden Trachonen und des Haurân-Gebirges finden sich neben einzelnen Troglodyten-Wohnungen, vollständige unterirdische Ortschaften. Die Anordnung dieser Niederlassung ist die folgende: Ein von einem felsigen, hochgelegenen, trockenen Ort schräg in die Erde getriebener Stollen oder Schacht führt etwa 25 Klafter in das Erdreich hinab. In dieser Tiefe sind Gassen von 6 bis 8 Schritt Breite angelegt, an deren Seiten die gegrabenen Wohnungen liegen. An verschiedenen Stellen sind die Gassen auf etwa die doppelte Breite erweitert und führen von diesen Stellen durch die Decke Luftlöcher, die gegenwärtig mit dem Ausdruck Rôsen (im Plural Rawâsin, Fenster) bezeichnet werden. Um das für die Menschen nnd Thiere nöthige Wasser zu erlangen, stellte man in der nnterirdischen Stadt die erforderliche Anzahl Brunnen her. Wetzel fand sogar in einer dieser Höhlenortschaften einen Marktplatz.

Die oherirdischen Städte dieser Landschaften imponiren durch die stattlichen Mauern und die nngewöhnlich grosse Zahl der Thürme, wodurch die ein geschlossenes Ganzes bildenden Städte ein majestätisches Ansehen erhalten. Die Strassen dieser Ortschaften sind so eng, dass Fuhrwerke nicht im Gebrauche gewesen sein können. Die Breite beträgt selten mehr als acht Schritt, hiervon entfallen fünf auf die heiderseitigen Trottoire und drei auf den für Reiter und Lastthiere hestimmten Mittelweg. Die besten Strassen hatte die Stadt S'uhhe, in welchem Orte sie mit regelrechtem, in der Mitte erhöhtem Pflaster versehen waren.

Um das im Vorstehenden gegebene Bild des Städtehaues zu ergänzen, bedarf es eines weiteren Eingehens auf seine Einzelheiten und zwar einer Vorführung der verschiedenen Disciplinen des städtischen Ingenieurwesens, wie: des Befestigungsbaues, der gesetzlichen Regelung des Strassen- und Häuserbaues, der Pflasterung und Beleuchtung, der Entwässerung und der Wasserversorgung. Die Wasserversorgungsanlagen sollen im Hinblick auf ihre ausserordentliche Bedeutung in einem besonderen Kapitel behandelt werden.

2. Befestigungsanlagen.

Es ist bereits in der Einleitung dieses Kapitels hervorgehoben worden, welchen mächtigen Einfluss die Forderung einer gesicherten Lage oder wenigstens die Möglichkeit den für eine Stadtanlage ins Auge gefassten Platz sicher befestigen zu können, auf diese Auswahl ausübte. Die Befestigungsanlagen spielten während des ganzen Alterthums eine massgebende Rolle. Nur in einzelnen Perioden, wie z. B. zur Homerischen Zeit trat dieses Moment in Griechenland in den Hintergrund, denn während bereits die ältesten Anlagen Mykenae und Tiryns Befestigungen zeigen, und sogar bereits rechtwinkelig vorspringende, zum Schutze der Thore bestimmte Bastionen besassen, scheinen in dem genannten Zeitraum nicht alle griechischen Städte befestigt gewesen zu sein, sodass hier gleichsam ein Rückschritt vorliegt, den man auf die dorische Wanderung zurückführen zu können glaubt. Durchgängig gehörten jedoch in allen antiken Kulturländern jederzeit die Befestigungsanlagen der Städte zu denjenigen Aufgaben, deren Lösung der Ingenieurtechnik ein umfangreiches Feld zu ihrer Bethätigung bot. Es ist an dieser Stelle jedoch nur möglich, die wesentlichsten Punkte dieses Zweiges der Ingenieurtechnik zu berühren und kann nur auf die Befestigungsbauten der Griechen und Römer etwas näher eingegangen werden.

Die Hauptobjekte der Befestigungsanlagen waren, wie solches auch heute noch der Fall ist, die Wälle oder Mauern mit Gräben und die Thore und Thürme. Die erste Stufe der Umwallung bildeten die Erdwälle und Pallisaden, eine Befestigungsweise, welche z. B. auch zunächst die Niederlassungen der Griechen in Kleinasien aufwiesen und die auch in Deutschland bereits in vorhistorischer Zeit zur Anwendung kam, wie mannigfache Ueberreste beweisen. Bis ins 6. Jahrhundert v. Chr. blieb der steinerne Mauerbau, den die Vorfahren der dorischen Griechen bereits in der Vorzeit ausgeführt hatten, in den kleinasiatischen Kolonien etwas Ungewöhnliches. In Griechenland selbst wurde erst durch den Einbruch der Perser und durch den Ausbruch der zahlreichen Stammkriege eine bessere Sicherung der Städte wiederum erforderlich. Athen gab das Beispiel zur Anlegung von Festungswerken, welches Beispiel von fast allen griechischen Städten, mit Ausnahme von Sparta nachgeahmt wurde. Reste derartiger Befestigungsbauten finden sich an sehr zahlreichen Stellen in Griechenland.

Die Abmessungen der Wälle und Mauern waren in den verschiedenen Städten sehr abweichende. Im allgemeinen wurden die Mauern mit Zinnen bekrönt, sodass für die Vertheidiger ein Mauergang entstand. Vielfach bestand die Umwallung aus einem Mittelding zwischen Erdwall und Steinmauer, so namentlich bei den ägyptischen und babylonischen Städten, wo die sogenannten Mauern aus an der Sonne getrockneten Ziegeln hergestellt waren. Auf die Verwendung dieses Baumaterials wird denn auch nicht mit Unrecht die sonst wenig erklärliche Erscheinung zurückgeführt, dass verhältnissmässig so spärliche Reste von den babylonischen Städten übrig geblieben sind. Die Städte zer-

fielen im wahrsten Sinne des Wortes in Staub. Allerdings wissen wir, dass auch Steinmaterial bereits in nicht unerheblichen Mengen in Mesopotamien zur Verwendung gelangte; da aber die Felshlöcke weit hergeschafft werden mussten, so war an eine durchgängige Benutzung dieses wetterbeständigen Materials immerhin nicht zu denken und blieb dessen Verwendung nothgedrungen auf besondere Fälle beschränkt. Abb. 144 lässt erkennen, mit welcher Sorgfalt übrigens in Babylonien das Mauerwerk hergestellt wurde.



Abb 144.
Mauerwerk am östlichen Unterbau zu Nimrud.

Die Mauern Babylons sind im Vorangegangenen bereits beschrieben worden. Diese Befestigungswerke besitzen im Verhältniss zu den ältesten derartigen Anlagen des Landes ein nur geringes Alter. Von diesen älteren Vertheidigungswerken ist uns durch einen auf unsere Zeit gekommenen Festungsplan, wohl dem ältesten seiner Art, Kunde geworden. Derselbe fand sich nebst einem Grabstichel und einem Massstab auf den Knieen einer Statue eingemeisselt. Aller Wahrscheinlichkeit nach stammt diese in Abb. 145 wiedergegebene Zeichnung aus der Zeit Gudi'as, eines Usurpators, der (ca. 3100 v. Chr.) den Thron von Sirgulla an sich riss.

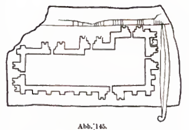


Abb. 145.
Plan einer Festung Gudi 'as (3100 v. Chr.).

Als die merkwürdigste der befestigten Umhegungen in Mesopotamien und als diejenige, die am besten geeignet war, dem Angriffe eines mächtigen und zahlreichen Heeres Widerstand zu leisten, bezeichnet Layard die Befestigungswerke von Knjundschik, die er an Hand des von Rich aufgenommenen Planes (Abb. 146) folgendermassen beschreibt: „Die Gestalt der Umhegung war, wie man bemerken wird, unregelmässig. Die Seite nach dem Flusse zu, mit Einschluss der Hügel von Knjundschik und Neby Junus (*a*) und die nördliche (oder nordwestliche) (*b*), bilden mit den anderen rechte Winkel und beinahe eine gerade Linie. Von der östlichen Ecke der Nordseite an bildet die innere Mauer (*c*) das Segment eines Kreises gegen das südliche Ende der westlichen

Seite, indem heide an ihren Enden nur 873 Yards auseinanderstehen (*d*). An allen vier Seiten sind die Ueherreste von Thürmen und Zwischenwällen vorhanden und die Manern scheinen aus einem Unterhau von Stein und einem Oberbau von ungebrannten Backsteinen bestanden zu haben. Der ohere Rand der Steinmaner war mit Stnfenahsätzen verziert, wie hei Nimrud. Es lässt sich vermnthen, dass eine Menge Thore da waren, deren Stellen noch an den Hügeln sichthar sind, welche die ührigen an Höhe und Umfang übertreffen; bisher aber sind erst die an der nördlichen nnd östlichen Mauer untersucht worden. Die westliche Mauer (*a*) wurde vom Flnsse bespült nnd bednrfte keiner anderen Vertheidigung. Am Fusse der nördlichen Mauer (*b*) war, wie es scheint ein tiefer Graben, von dem noch Spnren vorhanden sind. Die südliche war ebenfalls durch einen Kanal und den Tigris geschützt.

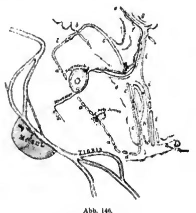


Abb. 146.
Wälle von Kujundschik.

Die dem Feinde am meisten zugängliche Seite war die gegen Osten (*c*) und diese war daher sorgfältig und stark befestigt. Der kleine Khansser fliesst beinahe in einer geraden Linie von den Hügeln nach der nordöstlichen Ecke der Umhegung, macht eine Biegung nach Süden (gegen *e*), bevor er dieselbe erreicht, und wendet sich, nachdem er eine Strecke unter einem senkrechten von Konglomerathügel gebildeten, mit den Mauern parallellaufenden, aber drei (engl.) Meilen von diesem entfernten Damm geflossen ist, wieder nach Westen und tritt beinahe in der Mitte in die Umhegung ein. Er durchschneidet dann dieses Stadtviertel, windet sich am Fusse von Kujnndschik hin und fällt in den Tigris. Beinahe die Hälfte der östlichen Mauer war daher durch natürliche Schutzwehren vertheidigt. Der Khausser diente als Festungsgraben, und der Konglomerathügel, durch künstliche Mittel noch etwas erhöht, hildete eine feste Fortifikationslinie. Zwischen dem Strome und der inneren Mauer kann

man noch die Spuren eines oder mehrerer Wälle sehen, sie scheinen aber nicht gross gewesen zu sein. Das nordöstliche Ende dieser äusseren Schutzwehren scheint bis an den Graben gereicht zu haben, welcher an der nördlichen Seite der Umhegung hingeführt war, und vollendete so die Befestigung an diesem Theile. Unter oder südlich der Stelle, wo der Khausser in die Umhegung tritt, war die innere Mauer durch ein vollständiges System von Aussenwerken geschützt. Zuerst, unmittelbar unter derselben, war ein tiefer, etwa 150 Fuss breiter Graben gezogen, der sich in der Hälfte seiner Länge in zwei Arme theilte, zwischen denen ein Wall war. Eine parallel laufende Mauer war dann von den Ufern des Khausser bis an den Graben geführt (etwa 150 Fuss breit und sehr tief), der wahrscheinlich aus dem Khausser mit Wasser versehen wurde. Eine dritte Mauer (*i*), deren Ueberreste an der inneren Seite über 100 Fuss hoch sind, stiess gegen Norden an die Kette von Konglomerathügeln und vollendete die äusseren Schutzwehren. Einige Hügel, die sich weiter hin in der Ebene erheben, von denen der grösste, welcher nahe am südlichen Ende der Linien liegt, Zemsil Tepessi (Körbchenhügel) genannt wird, scheinen befestigte Aussenwerke gewesen zu sein, wahrscheinlich detachirte Thürme, wie solche auf den Basreliefs zu Kujundschik abgebildet sind.

Ein Feind, der von Osten herkam, der Seite, wo die Umhegung dem Angriffe am meisten offen stand, musste also zuerst eine ungeheuere, von detachirten Forts vertheidigte Mauer forciren, und dann musste er erst noch zwei tiefe Gräben und zwei andere Mauern, von denen die innere wenigstens eben so hoch war wie die äussere, erstürmen, ehe er die Stadt nehmen konnte. Die noch vorhandenen Ueberreste dieser Befestigungen bestätigen beinahe die Angabe Diodors von Sicilien, welcher erzählt, die Mauern seien hundert Fuss hoch und so breit gewesen, dass drei Wagen neben einander fahren konnten und führen zu dem Schlusse, dass die alten Schriftsteller die Wälle, welche den Umkreis um die ganze Stadt bildeten, mit denen verwechselten, welche nur ein besonderes Viertheil der königlichen Residenz umschlossen; eine Verwechslung, die sie sich bei der Beschreibung Babylons ebenfalls zu Schulden kommen liessen. Während die inneren Mauern von Steinen und Ziegeln erbaut waren, scheinen die äusseren hauptsächlich nur aus Erde, lockeren Kieseln und Steinen bestanden zu haben, die aus den Gräben ausgegraben wurden, welch' letztere mit ungeheuerer Arbeit in den festen Konglomeratfelsen gehauen wurden."

Von sonstigen Befestigungswerken Mesopotamiens verdient Hathra wegen seiner kreisrunden Grundrissform erwähnt zu werden. Diese Anlage soll zwar römisch sein, doch hält Koldewey eine Benutzung älterer Fundamente bei dem Neubau nicht für ausgeschlossen.

Die Form eines Kreises, die allerdings durch die Schwierigkeiten in der Absteckung veranlasst, mancherlei kleinere Abweichungen aufweist, zeigen auch Sendschirlis Befestigungsmauern. Die Thore dieser Stadt weisen eine sehr gute

Anordnung auf. Eine gleiche, jedoch noch weiter ausgeführte Thoridee, lässt sich in dem Thore Sargons zu Korsabad erkennen, welches einen dreifachen Hof mit einem vierfachen Verschluss zeigt.

Syrien und Kleinasien, sowie Griechenland und Italien wiesen hinsichtlich des Materials zum Festungsbau günstigere Verhältnisse auf als Mesopotamien, da diese Länder sämmtlich reich an Steinmaterial sind. Hier wurden denn auch in der frühesten Zeit bereits die Befestigungsanlagen aus Stein hergestellt. Als die ältesten Stadtmauern sind die aus cyklopischem Mauerwerk hergestellten Stadtringe zu bezeichnen. Einen wichtigen Bestandtheil der Befestigungsanlagen bildeten frühzeitig die Thürme. Je nachdem die Thürme als Wachthäuser dienten oder zum Zwecke der Ermöglichung einer Bestreichung der Mauer errichtet waren, lagen sie innerhalb der Mauerflucht oder sprangen aus dieser hervor. Vielfach wurde bereits eine Art Glacis geschüttet, zu

Abb. 147 u. 148.
Anordnung der Thürme und Festungsmauern.

Abb. 149.
Gebrochene Kurtine.

Abb. 150.
Thor, flankirt von 6eckigen Thürmen.

welchem die Erde aus einem Graben genommen wurde. Die Erhöhung der Thürme ermöglichte den Feind zu verhindern, sich nach Ersteigung der Mauer auf derselben festzusetzen.

Die in die Diadochenzeit fallende Vervollkommnung der Belagerungskunst, welche mit immer gewaltigeren Angriffsmitteln operirte, führte naturgemäss zu einer weiteren Ausbildung der Befestigungsanlagen.

Das Verhältniss der Lage der Thürme zu den Kurtinen (d. h. dem Verbindungswall zwischen zwei Thürmen) wurde in sorgfältiger Weise ermittelt, und grosses Gewicht auf die richtige Anlage der Mauern gelegt. Der Steinbau blieb auch jetzt noch die Hauptsache, die Erdwerke hatten sekundäre Bedeutung. Die Thürme von quadratischer Grundform wurden den runden Thürmen vorgezogen, da von denselben das Vorterrain sowie die Kurtinen besser bestrichen werden konnten. Die Entfernung der Thürme war der Bestreichungsweite der Geschütze gemäss 150—300 Fuss. Die Anordnung der Thürme in Bezug auf die Kurtinen war eine verschiedene. Abb. 147 zeigt

eine häufig zur Anwendung gekommene Anordnung, bei welcher der Thurm dem Feinde eine seiner Ecken (*a*) zukehrt. Diese Stellung hatte den Nachtheil, dass die Kurtinen schlecht bestrichen werden konnten, weshalb man die in Abb. 148 gezeichnete Anordnung ersann. Auch eine gebrochene Linie der Kurtine Abb. 149 kam im Alterthum zur Ausführung, eine Form die in den Festungsbauten der Neuzeit eine erhöhte Bedeutung erhielt. Neben Thoren errichtete man vielfach sechseckige Thürme in der Grundrissanordnung wie dieses Abb. 150 zeigt, wodurch eine kreuzende Wirkung der Geschosse vor dem Thoreingang erreicht werden konnte. Zwischen der Mauer und der Stadt ordnete man in der Regel eine freie Fläche von 90 Fuss Breite an, wodurch eine ungehinderte Bewegung der Streitkräfte hinter der Mauer und die Anlage von Mauerabschnitten bei etwa entstandenen Breschen ermöglicht war.

Griechische Befestigungsanlagen. Die griechischen Festungsanlagen weisen eine sehr grosse Mannigfaltigkeit in ihrer Anordnung auf. Athen gab im fünften Jahrhundert für Befestigungslehre und Kriegskunst den Ton an. Später trat auf diesem Gebiete Syrakus die Erbschaft Athens an, der Mauerbau des Dyonysius galt lange Zeit als Muster. Eines der interessantesten Beispiele ist ferner die Befestigungsanlage von Jasos, in dessen Festungsmauern eine in ihrer Art vollkommene und geradezu geniale Flankirung der einzelnen Mauertheile erreicht worden ist. Auf die ausgedehnten Anlagen dieser Art im Becken des Kopais-Sees ist im II. Kapitel schon hingewiesen. Die Anlagen von Tiryns und Mykenae zeigen bereits interessante Einzelheiten, namentlich das Hauptthor von Tiryns gilt als das grossartigste Beispiel einer skaeischen Thoranlage. Im höheren Alterthum wurde besonderer Werth darauf gelegt, dass der Zugang zu dem Thore nicht gerade, sondern schräg von der Linken stattfand, sodass der Angreifer seine beschildete Linke von der Mauer abwenden musste, eine Anordnung, die von späteren griechischen Befestigungswerken u. a. Neandria zeigt.

Ein weiteres charakteristisches Beispiel des griechischen Festungsbaues ist Messene, dessen Befestigungsanlagen Pausanias für die vollkommenste und schönste Konstruktion ihrer Art hielt. Messene verdankte seine Entstehung Epaminondas, und zwar legte dieser nach seinem über die Lacedämonier errungenen Siege bei Leuctra im Jahre 371 v. Chr. diese Stadt als eine Zufluchtsstätte bei Eintritt unglücklicher Kriegszufälle an. Mit dem grössten Eifer und unter Aufbietung einer grossen Anzahl Menschen wurden die Befestigungen und die innerhalb derselben liegende Stadt hergestellt. Seitdem nahm Messenien, nachdem es Jahrhunderte lang vom Missgeschick heimgesucht worden war, eine führende Rolle unter den griechischen Staaten ein, welche Stellung es erst mit der römischen Herrschaft in Griechenland verlor. Im dritten Jahrhundert n. Chr. erscheint der Name Messene noch, auch im sechsten Jahrhundert geschieht desselben noch Erwähnung, alsdann gerieth er jedoch vollständig in Vergessenheit.

Die aufgefundenen Reste der einstigen Stadtmauern sind so bedeutend, dass sie ein Bild von dem zur Zeit Epaminondas herrschend gewesenen Befestigungssystem geben. Das durch Mauern eingeschlossene Terrain war so umfangreich, dass die Messenier innerhalb der Wälle ihre Heerden weiden lassen konnten. Die bedeutende Höhe der Befestigungsmauer an einzelnen Stellen lässt Abb. 151 erkennen. Der untere Theil der Mauer zeigt einen



Abb. 151.
Ueberreste der Befestigungsmauer von Messene.

Durchlass, der einem Bache den ungehinderten Abfluss gestattet. Ueber dieser Oeffnung war jedenfalls der Mauergang durchgeführt, wenigstens lässt dieses die Konstruktion vermuthen. In die Mauern war eine grosse Anzahl Thürme eingebaut. Abb. 152 zeigt den Grundriss, Abb. 153 die Ansicht eines halbrunden Thurmes, die Rundung beschränkt sich auf den ausserhalb der Mauer liegenden Thurmtheil. Die grösste Beachtung verdient jedoch das Hauptthor von Messene. Abb. 154 zeigt dieses Thor in restaurirter Form. Das hierzu verwandte Material, sowie die architektonische Ausbildung sind gleich be-

wunderungswerth. Hinter dem von zwei Thürmen flankirten Thor befindet sich ein runder Hof, der stadtwärts mittelst eines zweiten Thores abgeschlossen werden konnte. Ausserordentlich mächtige Steine (bis 5,73 m Länge, 1,16 m Breite und 1,12 cm Höhe) sind zu den Mauern, insbesondere auch zu dem Thürsturz verwandt. Eine Zinnenbekrönung scheint die Mauer durchgängig besessen zu haben. Ein Thor ganz gleicher Anordnung hat man in Assos in Kleinasien (bei Texier abgebildet) gefunden und dieses sowie die in Messene selbst gefundenen Reste haben als Unterlagen für die bildliche Restauration durch Blonet gedient. Hinter dem zweiten, den runden Thorhof abschliessenden Thor finden sich die Ueberreste antiken Pflasters. Dasselbe besitzt eine

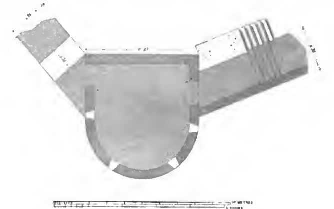


Abb. 152.
Festungsthurm von Messene. Grundriss.

Breite von etwa 7 m und besteht aus Steinen von 0,5 bis 1,5 m Länge und etwa 70 cm Breite.

Wie Blouet die Mauern von Messene für die vollendetste Schöpfung der griechischen Befestigungskunst hält, so sieht Texier die gleiche Vollkommenheit in den Befestigungswerken von Assos. Wie in Messene, so sind auch in Assos die Mauern, die im letzteren Falle aus grossen Trachitquadern bestehen, noch ohne Mörtel versetzt. Texier nimmt als Entstehungszeit der Befestigungsanlagen von Assos höchstens das fünfte Jahrhundert v. Chr. an.

Ross giebt in seinen Inselreisen eine Beschreibung der antiken Befestigungswerke der Akropolis von Nisyros, die einige erwähnenswerthe Einzelheiten enthält. Als Material hat in diesem Falle Trachyt Verwendung gefunden. Die Weite des Hauptthores beträgt 1,8 m, die Abdeckung ist aus sechs nebeneinander liegenden Steinen von 3,6—4 m Länge gebildet worden. Die Stärke der Mauer beträgt an keiner Stelle weniger als 3,6 m, die Höhe der Trachyt-

quader ist 2—2½ Fuss und die Länge 3—5 Fuss. Die Steinschichten sind genau wagerecht durchgeführt, und nur die Stossfugen sind hin und wieder schräg. Ein Theil der Mauer ist aus grossen, unbehauenen Blöcken in polygonischer Bauart hergestellt. Die Höhe dieser Mauer beträgt 20—40 Fuss.



Abb. 153.
Festungsthurm von Messene.

Die eingebauten Thürme haben viereckige Grundrissform. Der Thorthurm misst 10 m im Quadrat. An diesem Thurm ist eine alte Inschrift vorhanden, welche die Bestimmung enthält, dass der Grund und Boden rings um die Stadt in einer Breite von 5 Fuss öffentlich bleiben solle. Der Zweck war jedenfalls, zu verhüten, dass hier Häuser gebaut oder Bäume gepflanzt wurden, wodurch dem Feind das Erklettern der Mauern hätte erleichtert werden können. Die innere

Ansicht der Mauer lässt erkennen, dass dieselbe auch hier sehr sorgfältig hergestellt ist. In Zwischenräumen führen Treppen von 16—20 Stufen auf die Zinne. Das Innere der Mauer ist mit Gusswerk (Bruchsteine in Mörtel) ausgefüllt, die obere Fläche der Mauer ist mit grossen Steinplatten abgedeckt. Auf derselben war jedenfalls eine Brustwehr mit Zinnen vorhanden.

Als ein Beispiel einer griechischen Stadtbefestigung in Kreisform ist Mantinea (320 v. Chr.) zu nennen.

Bemerkenswerth, auch wegen der Analogie mit der Entwicklung des Brückenbaues, ist die Stufenfolge, welche sich hinsichtlich der Ueberdeckung des Thoreinganges verfolgen lässt. Nach Reber lassen sich fünf verschiedene

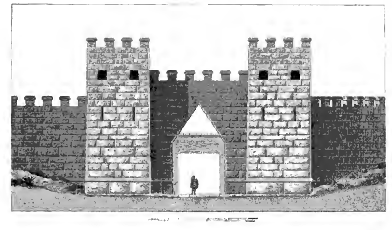


Abb. 154.
Restaurirtes Thor von Messene.

Arten der Ueberdeckung unterscheiden. Als erste und einfachste Art ist das Löwenthor von Mykenae zu bezeichnen, bei welchem der Deckblock auf zwei gegeneinander geneigten Seitenpfosten ruht. Durch Ueberkragung ist oberhalb der Deckplatte eine dreieckige Lücke ausgespart, wodurch die Platte entlastet wird. Diese Oeffnung ist durch das bekannte Löwenrelief geschlossen. Die zweite Art zeigt das Portal von Samos und das Thor von Phigalia (Abb. 155 resp. 156). Hier erfolgt die Ueberdeckung durch überkragende Steine, auf welchen die Deckplatte ruht. Die dritte Art zeigt das in Abb. 157 wiedergegebene Thor von Delos, bei dem die Oeffnung durch zwei sparrenartig schräg gegeneinander gestellte Blöcke überdeckt ist. Die Ueberdeckung der vierten Art wird durch allmähliche Ueberkragung hergestellt, wobei die Steine nach der Steigung des Thores abgeschrägt sind. Die Ueberkragung beginnt entweder

unmittelbar am Erdboden, wie Abb. 158, Thor von Misolunghi zeigt, oder in einer gewissen Höhe, wie bei der Mauerpforte von Messene (Abb. 159). Die gleiche Konstruktion zeigen die Thore von Thorikos (Abb. 160) und Samos (Abb. 161), doch sind in diesen beiden Fällen die Steine nach einer Kurve behauen, wodurch der Eindruck eines spitzbogigen Gewölbes hervorgerufen wird. Um jedoch irrige Schlüsse aus dem Gesagten zu vermeiden, ist es geboten, die Ausführungen Rebers hier wiederzugeben. Dieser schreibt: „So leicht

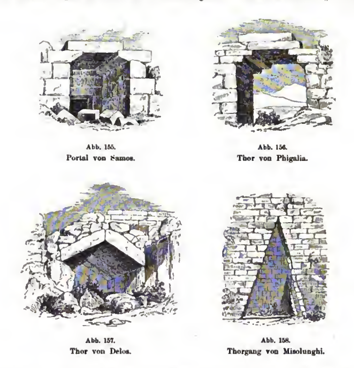


Abb. 155.
Portal von Samos.

Abb. 156.
Thor von Phigalia.

Abb. 157.
Thor von Delos.

Abb. 158.
Thorgang von Misolunghi.

sich in der Theorie die letzten Formen als die letzte Entwicklung des Princips der Horizontalüberdeckung vermittelst allmählicher Vorkragung ergeben, und so naheliegend es ist, im Ganzen eine stufenweis fortschreitende Ausbildung zu suchen, so würde man doch irren, wenn man die verschiedenen Stufen wirklich als eine fortschreitende Erfindung und Verbesserung betrachten würde. Zunächst ist keines dieser Werke sicher datirbar, und die verschiedenen Bedeckungsformen mochten nach specieller Tradition einiger Landschaften, nach Bedürfniss, Material und nach individueller Vorliebe wie nach dem technischen Vermögen der Erbauer wechseln.“

Römische Befestigungsanlagen. Die Entwicklung des Festungsbanes in Italien war eine ähnliche wie in Griechenland.

Die ältesten aus Quadern erbauten Mauern sind Schöpfungen der Latiener und Etrusker. Als Werke der ersteren sind zu nennen: Palestrina, Alatri, Sora, Segni, als etruskische Schöpfungen, Faesula, Arretium, Cortana, Volaterrae, Veji, Rom (Servianische Mauer), Clusium (Chiusi), Perusia, Falerii. Das äussere Aussehen der etruskischen Stadtmauern ist, dem benutzten Material entsprechend, ein verschiedenes. Im Norden des Landes sind Kalkstein (Travertin) nnd Sandstein verwandt. Die Blöcke sind wenig bearbeitet, nnd in der Form, wie sie gewonnen wurden, ohne Mörtel aufeinander gethürmt, oder die Steine sind, an den Kanten bearbeitet, in polygonalen Blöcken aneinander gereiht. Im südlichen Landestheil kamen die dort vorhandenen Gesteine Tuff und Peperin zur Verwendung und wurden hier die weicheren Steine in kleinerer,

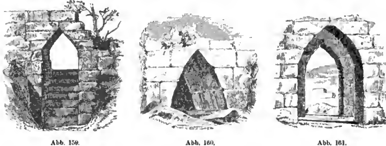


Abb. 159. Mauerpforte von Messene.

Abb. 160. Thor von Thorikos.

Abb. 161. Thor von Samos.

regelmässiger Form in Verband, jedoch ebenfalls ohne Mörtel versetzt. An der Aussenseite sind die Mauern glatt durchgeführt, während an der Innenseite Strebepfeiler vorkommen (Arretium). Die ältesten Thore hatten nur eine mässige Oeffnung, die durch Steine oder Holzbalken abgedeckt war. Die Etrusker stellten zwei durch Quermauern verbundene Thoröffnungen her, die beide verschliessbar waren, das äussere Thor besass eine Fallthür, die zum Herablassen eingerichtet war. Im Vergleich zu den Thoranlagen wie sie n. a. Sendschirli und Korsahad zeigen, muss das etruskische Thorsystem als das weniger ausgebildete bezeichnet werden. In Verbindung mit den Mauern wurde wohl auch ein Damm hergestellt, wie solches z. B. von Servius Tullius bei einem Theil der römischen Stadtmauer geschah. In späterer Zeit wurde der Wall nicht selten beiderseits von Mauern eng eingeschlossen.

Die an den verschiedensten Stellen der Erde zur Ausführung gekommenen Befestigungsanlagen der Römer zeigen erklärlicher Weise nicht immer das gleiche Bild, was zum Theil auf die Verschiedenartigkeit des benutzten Materials zurückzuführen ist. Da ein genaueres Eingehen auf die mannigfaltigen, hier

in Betracht kommenden Formen zu weit führen würde, so wird in dieser Beziehung auf das Werk von Durm verwiesen.

Als eine besonders hervorragende Mauerkonstrnktion der Römer ist die Aurelianische Mauer zu Rom zu nennen. Der Bau dieser Mauer begann am Ende des 3. Jahrhunderts n. Chr. durch Kaiser Aurelianus (270—275), als Rom von Neuem in eine befestigte Stadt verwandelt wurde. Die Vollendung des Werkes erfolgte unter Kaiser Probus (276—282). In späterer Zeit stellte Honorius die Mauer, die vielfache Zerstörungen, so durch Totilas erlitten hatte, wieder her. In der Hauptsache bildet dieses Werk die Vertheidigung des heutigen Roms. Die Mauer ist aus Ziegeln hergestellt, die Höhe ist 50 Fuss, die Stärke etwa 12 Fuss. Nur der untere Theil ist massiv, im oberen Theil beträgt die Stärke 4 Fuss, an diese Mauerstärke schliessen sich Strebepfeiler an, die durch Tonnengewölbe unter einander verbunden sind, wodurch auf der Innenseite über denselben ein zusammenhängender Gang gebildet wird. Die Zinnen der Mauer entsprechen der Stärke der unteren Parthie. Die Brustwehr hatte zahlreiche Scharten. In die Mauer sind in ziemlich gleichmässigen Abständen Thürme eingebaut, sie liegen auf der Innenseite in der Mauerflucht, während sie nach aussen vorspringen. In diesen Thürmen befanden sich die Treppen, durch welche von der Innenseite aus die Mauern erstiegen wurden. Siebzehn Thore waren eingebaut, wovon die meisten nur einen Durchgang besassen. Die Bezeichnung der Thore ist die folgende: (Nr. 5 hat keine Bezeichnung), Porta Flaminia, Porta Pinciana, Porta Salaria, Porta Nomentana, Porta Tiburtina, Porta Praenestina, Porta Asinaria, Porta Metronia, Porta Latina, Porta Appia, Porta Ardeatina, Porta Ostiensis, Porta Portuensis, Porta Aurelia, Porta Septimiana, Porta Aurelia nova.

Die römischen Thore wiesen stets gewölbte Eingänge auf, deren Zahl eine verschiedene war. Von Thoren mit einem Bogen sind zu nennen: die Porta Appia zu Rom, die Porta de France zu Nîmes, von Thoren mit zwei Bogen: das Römerthor zu Autun und die Porta Nigra zu Trier. Drei Thoreingänge besassen das Herculanerthor in Pompeji und das Thor zu Aosta. Zur Vertheidigung der Thore wurden vielfach zu beiden Seiten derselben vortretende Thürme angeordnet, eine Konstruktion, die die Porta Appia zeigt. Eine Durchführung des Thores durch den Thurm bot den Vortheil, den Feind beim Ansturm in vertikaler Richtung bestreichen zu können. Um die Vortheile, welche jede dieser Anordnungen bot, zu vereinigen, ersannen die römischen Ingenieure die Anlage eines Propugnaculums. Die Grundrissanordnung war hierbei die folgende: die doppelthürmige Anlage wurde an der äusseren Front durch eine starke Mauer verbunden. In diese Mauer wurde das Thor eingebaut, das dem in der Ringmauer vorhandenen gegenüber lag. Das äussere Thor erhielt ein Fallgatter, das innere wurde durch ein starkes Flügelpaar geschlossen. Der durch diese Bauweise vor der Ringmauer entstehende Hof konnte von den Plattformen der Thürme, sowie von den Fenstern der den

Hof umgebenden Mauern aus auf das Wirksamste bestrichen werden. Die bedeutendste Anlage dieser Art war die Porta Nigra zu Trier, ein Werk, das wahrscheinlich der Zeit der Stadtgründung, d. h. der Zeit des Claudius entstammt. Das Propugnaculum von Trier besitzt eine Länge von 16 m und eine Breite von 7 m, die Höhe bis zur ersten Fensterbank ist 15 m.

Vitruv giebt über die Anlage der Stadtmauern und Thürme im fünften Kapitel des ersten Buches sehr detaillirte Lehren, die nachstehend Wiedergabe finden.

„Den Grund zu den Thürmen und Ringmauern lege man wie folgt: Man grabe so tief, bis man womöglich auf festen Boden gelangt, und in diesem festen Boden wiederum so tief, als es das Verhältniss des zu errichtenden Gebäudes erfordert, nur breiter noch, als die über der Erde aufzuführenden Mauern stark werden sollen. Diese Aushöhlung fülle man mit äusserst festem Mauerwerke an.

Die Thürme sind auf der Aussenseite hervorzurücken, damit, wenn der Feind Sturm auf die Ringmauern laufen will, er beim Annähern von den Thürmen zur Rechten und Linken durch die Schiessscharten mit Pfeilen beschossen werden kann. Hauptsächlich ist dafür zu sorgen, dass die Ringmauer, damit der Zugang zu derselben bei Belagerungen nicht leicht sei, an Abgründe gestellt werde; auch dass die Wege nicht gerade, sondern schräg, von der linken Seite her zu den Thoren führen; denn also ist allemal des angreifenden Feindes rechte, vom Schilde unbedeckte Seite nach der Ringmauer hingekehrt. Man muss die Städte weder geviert, noch mit hervorspringenden Ecken, sondern in die Runde anlegen, damit man den Feind von mehreren Orten sehen könne. Die Städte mit hervorspringenden Ecken sind schwer zu vertheidigen, weil eine Ecke mehr den Feind, als den Bürger schützt. Die Stärke der Ringmauer ist meines Dafürhaltens so einzurichten, dass zwei bewaffnete Männer, die sich oben begegnen, bequem aneinander vorüber gehen können. Dann lege man, der ganzen Dicke nach, gebrannte ölbaumene Balken dicht nebeneinander, sodass die beiden Fronten der Ringmauer untereinander, gleichwie durch Bolzen, durch diese Balken verbunden werden und eine ewige Dauer erhalten; denn dem ölbaumenen Holze schadet weder Wetter, noch Fäulniss, noch Zeit; es dauert selbst unter der Erde oder im Wasser ohne allen Schaden fort und ist immerwährend nützlich; daher denn nicht allein bei Stadtmauern, sondern auch beim Grundbaue und bei allen Mauern von beträchtlicher Stärke, die auf solche Art verbundenen Futtermauern nicht so bald schadhaft werden. Der Zwischenraum zwischen den Thürmen ist so einzurichten, dass sie nicht weiter als einen Pfeilwurf von einander entfernt sind, damit wenn etwa die Stadt angegriffen wird, von den Thürmen zur Rechten und Linken herab mit Skorpionen und den übrigen Geschützen der Feind zurückgetrieben werden möge. Auch auf der inneren Seite ist die Mauer der Thürme durch Zwischenräume, welche so weit, als die Thürme breit sind, zu unterbrechen; in den inneren Theilen

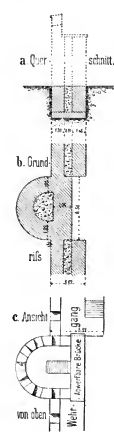


Abb. 162.
Römische Befestigungsmauer mit Thurm und Propugnaculum.

der Thürme sind Stege von Balken zu legen, welche aber nicht festgenagelt werden dürfen; denn, hat der Feind einen Theil der Ringmauer erobert, so werfen die Vertheidiger diese Stege ab, und geschieht dies geschwind genug, so wird dadurch der Feind abgehalten, weiter nach den übrigen Theilen der Thürme und der Ringmauer vorzudringen, wofern er nicht herabstürzen will. Die Thürme sind rund oder viereckig zu machen. Die viereckigen Thürme werden von den Maschinen gar geschwind zertrümmert, indem der Sturmbock die Ecken zerstösst; den runden hingegen vermögen diese nichts anzuhaben, weil durch das Stossen die Steine, gleich Keilen, nach dem Mittelpunkte getrieben werden. Befestigt man sowohl die Ringmauern, als die Thürme durch daran aufgeworfene Wälle, so sind beide um so sicherer, weil alsdann weder Sturmböcke, noch Minen, noch Maschinen ihnen zu schaden vermögen. Inzwischen braucht man auch nicht allenthalben Wälle aufzuwerfen, sondern bloss an den Stellen, vor welchen ausserhalb der Ringmauer eine Anhöhe liegt, von welcher man geraden Fusses die Stadt berennen kann. An solchen Orten sind dann erstlich sehr breite und tiefe Gräben zu machen, dann ist der Grund der Ringmauer innerhalb der Vertiefung des Grabens zu legen und von solcher Stärke aufzuführen, dass er das Erdwerk leicht trägt. Inzwischen ist auf des Grundes innerer Seite eine andere, von der äusseren weit entfernte Grundmauer aufzuführen, sodass die Cohorten, gleichwie in Schlachtordnung, zur Vertheidigung auf des Walles Breite gestellt werden können. Nachdem man diese Grundmauern so weit von einander entfernt aufgeführt hat, so ziehe man noch andere in die Quere dazwischen, um diese äussere und innere Grundmauer zu verbinden, und stelle sie kammförmig, so wie die Zähne einer Säge zu stehen pflegen. Ist man also verfahren, so vermag die grosse Erdlast, welche nun vertheilt ist und nicht auf das Ganze in einer Masse drücken kann, auf keine Weise den Grund der Ringmauer auseinander zu treiben. Was die Ringmauer selbst betrifft, so lässt sich nicht vorher bestimmen, aus welchem Stoffe sie zu erbauen und zu verfertigen sei, weil man nicht an allen Orten die Materialien,

welche man wünscht, haben kann. Jedoch, wo Quader-, Kiesel-, Bruchsteine oder gebrannte, oder ungebrannte Ziegel vorhanden sind, da muss man sich ihrer bedienen; denn so wie Babylon, das einen Ueberfluss an flüssigem Erdharze hatte, woraus anstatt des Kalkes und Sandes und aus gebrannten Ziegeln es seine Mauern erbauen konnte, sind nicht alle und jede Gegenden mit Erzeugnissen von so nützlichen Eigenschaften begabt, dass sich daraus fehlerfreie Ringmauern von ewiger Dauer aufführen liessen."

Dass Vitruv in diesem Kapitel, wie an manchen anderen Stellen seines Werkes nicht immer zutreffende Lehren und Ansichten ausspricht, wird wohl von jedem Leser bemerkt worden sein. Die Abb. 162 (*a—d*) und Abb. 163 veranschaulichen die Konstruktion der gewöhnlichen römischen Befestigungsmauer. Die von Vitruv empfohlenen Rundthürme sind im allgemeinen jünger als die viereckigen. Fano, Alba, Nimes, Köln, Deutz und Trier zeigen Rundthürme, während Paestum, Pompeji, Perugia und in Rom die Aurelianische Mauer, rechteckige Thürme besitzen.

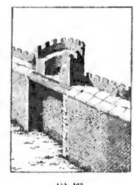


Abb. 163.
Römischer Mauerthurm. Ansicht.

Im Anschluss an die städtischen Befestigungsanlagen möge an dieser Stelle kurz auf die ausserhalb der Städte vorhanden gewesenen Schutzwehren hingewiesen werden. Derartige Sicherheitsvorkehrungen gegen feindliche Einfälle finden sich in den meisten Ländern. Hierzu gehören die sogenannte Mauer des Sesostris in Aegypten, aus einer Kette kleiner befestigter Orte bestehend, die chinesische Mauer, die medische Mauer, die Mauer auf der Landenge von Korinth, der Hadrianswall (erbaut von Hadrian und dem Legaten Plaetorius Nepos) und der Pfahlgraben (Limes). Der Limes hatte eine Ausdehnung von 540 km und wurde in der besten Zeit der römischen Kaiserherrschaft, jedoch nicht nach einem einheitlichen Plan angelegt. Dieser Wall reichte von der Mündung der Lahn in den Rhein bis zur Mündung der Altmühl in die Donau. Der Donaulimes führt bei dem Volke den Namen Teufelsmauer, er bildet hier eine gemauerte und befestigte Hochstrasse, deren gewaltige Ueberreste die Veranlassung seiner Bezeichnung wurden. Der Pfahlgraben bestand aus einem Erdwall, hinter welchem in gleichmässigen Entfernungen viereckige Thürme standen. Der Wall hatte unten eine Stärke von fünfzig, oben eine solche von zehn Fuss. Der davor liegende Graben besass eine untere Breite von fünf und oben eine solche von zwanzig Fuss, seine Tiefe betrug fünfzehn Fuss. Der Graben war ausserdem durch Pallisaden gedeckt. Das von dem Pfahlgraben, der Donau und dem Rhein begrenzte Land hiess „agri decumates", d. h. das Zehntland, weil es zehntpflichtig war. Der murus Hadriani in Britannien wurde in den Jahren 122—124 n. Chr. begonnen und bestand aus einer

doppelten Kette von Verschanzungen. Die nördliche Linie war gemauert und enthielt nahezu 80 Kastelle, die südliche Linie war nur durch einen Erdwall mit Graben befestigt. Antonius Pius legte später ein neues Erdwerk an.

3. Gesetzliche Bestimmungen.

Wie weiter oben ausgeführt worden ist, entstanden die Städte entweder in regelloser freier Weise oder ihre Anlage erfolgte nach einem bestimmten vorgeschriebenen Plane. Es ist natürlich, dass sich im ersteren Falle im Laufe der Zeit durch die unregelmässigen Strassen für das städtische Leben mancherlei Uebelstände herausstellten, deren Beseitigung oder wenigstens Milderung ein Erforderniss wurde, und dass sich die Erkenntniss von der Nothwendigkeit Bahn brechen musste, durch geeignete Vorschriften das Entstehen derartiger Uebelstände für die Folgezeit unmöglich zu machen. Im Laufe der Zeit wurden daher an einzelnen Orten polizeiliche und administrative Massregeln erlassen. Die ältesten bisher vorliegenden Nachrichten dieser Art beziehen sich auf Griechenland.

Athen mit seinem unregelmässigen Häusergewirre war als Stadt durchaus keine Musteranlage. Die Pisistratiden waren nach Kräften bemüht, das in Athen zufällig Gewordene zu organisiren und das regellose Strassennetz zu verbessern, namentlich Hippias, der Sohn des Pisistratus (gest. 490 v. Chr.) trug für eine Strassenordnung Sorge. Die Aufrechterhaltung der Ordnung in der Stadt und in den Häfen lag fortan den Astynomen und Agoranomen ob. Der Areopag übte eine Oberaufsicht über den Zustand der städtischen Strassen und Plätze aus. Zwischen der Strasse und den anliegenden Privatgrundstücken sollte eine strenge Grenzsonderung aufrecht erhalten werden, niemand durfte nach den Bestimmungen öffentlichen Grund zu seiner Benutzung heranziehen. Es war hiernach verboten, Vorbauten der Häuser auf die Strasse hinauszuschieben, und den auf der Strasse gehenden Bürgern durften durch eckige Vorsprünge, baufällige Theile der Häuser oder durch auswärts schlagende Thüren keinerlei Gefahren oder Beschwerden erwachsen. Dass jedoch in Wirklichkeit trotz dieser Vorschriften auch weiterhin mancher Missstand vorhanden war, erscheint gewiss. Hippias und Iphikrates stellten zwar den Plan zur Abreissung der auf die öffentliche Strasse vorspringenden Bautheile auf, dieses Projekt kam jedoch nicht zur Durchführung, und scheint lediglich zum Zwecke des Geldschneidens ersonnen worden zu sein.

In älteren Zeiten bildete die Mauer des Hofes (Herkos) die Grenze des Privatgrundstücks gegen die Strasse. In dieser mündete ein Pfad auf die Strasse. Um diesen Grenzsaum festzuhalten und zu heiligen, wurden hier Hermen aufgestellt, mit welchen der Begriff des göttlichen Schutzes, unter welchen man den Ein- und Ausgang stellte, verknüpft war. Aus dem Umstande, dass Prellsteine vor den Häusern standen, zieht N i s s e n den Schluss,

dass hierdurch derjenige Theil der Strasse, auf dessen Ausnutzung die Anlieger ein Anrecht besassen, gegen die Störungen des öffentlichen Verkehrs gesichert werden sollte.

Noch viel ungünstiger wie in Athen waren die Strassenverhältnisse Roms. Zu den Zeiten Augustus war die ungemein geringe Breite der Strassen durch zahlreiche Vorbanten, in welchen sich Verkaufsläden der mannigfaltigsten Art befanden und Werkstätten der Handwerker eingerichtet waren, auf die empfindlichste Weise beeinträchtigt. Um eine Einhaltung der Strassenlinie scheint man sich in Rom überhaupt wenig gekümmert zu haben. Trotzdem eine Festhaltung der Strassenlinie in genauer Weise vorgeschrieben war, scheint im Laufe der Zeit ein beständiges Vorrücken der Häuser nach der Strasse zu stattgefunden zu haben. So weist Nissen für Pompeji nach, dass die Strassen einst eine bedeutend grössere Breite, wie zur Zeit der Verschüttung besessen haben müssen. Durch dieses beständige Vorschieben der Häuser seien die Strassen schliesslich so eingeengt worden, dass sie für den Wagenverkehr vollständig geschlossen werden mussten. Wiederholt suchten einzelne römische Kaiser, so Domitian, die misslichen Strassenzustände Roms zu beseitigen, ohne dass jedoch ihr Wirken von durchschlagendem Erfolg gekrönt war. Valentinian und Valens gelang es (368 n. Chr.) die Vor- und Unterbauten zu beseitigen, die schonungslos entfernt wurden. Nero liess zwar nach dem Brande weitgehende Anforderungen in Bezug auf die Verbreiterung der Strassen und Plätze aufstellen; wie aus den vielfachen Klagen der Schriftsteller jener Zeit hervorgeht, haben diese Bestimmungen jedoch nur auf dem Papier gestanden. Nach Jordan ist es überhaupt nicht gerechtfertigt, den Brand Roms unter Nero als die hauptsächlichste Ursache anzusehen, dass die Stadt im Laufe der Zeit ein anderes Aussehen erhalten hat. Wie Feuersbrünste auch in der Neuzeit nicht immer den Erfolg gehabt haben, das Strassennetz der betroffenen Städte in einer den Ansprüchen der späteren Zeit vollständig Rechnung tragenden Weise umzugestalten, da der Aufbau der Häuser oft mit grösster Eile bewerkstelligt wird und daher keine Zeit zu weitreichenden Aenderungen übrig bleibt, so gilt ein gleiches für Rom. Das in unserer Zeit in besonders ausgedehntem Mafse zur Anwendung kommende Mittel zur Umgestaltung des Strassennetzes der Städte, die Herstellung von Durchbrüchen, kannte auch bereits das Alterthum und Jordan führt einen nicht unwesentlichen Theil der Veränderungen, welche Rom im Laufe der Jahrhunderte erfuhr, auf die Thätigkeit Sullas und Cäsars zurück, die mit Erfolg bestrebt gewesen sind, durch Durchbrüche das Weichbild der Stadt aufzuschliessen, ein Bestreben, das Augustus fortsetzte.

Von den übrigen baupolizeilichen Bestimmungen dürften an dieser Stelle diejenigen zu erwähnen sein, welche die Höhe der Häuser regelten. Ob solche Bestimmungen in Aegypten, Babylonien, Indien und Griechenland bestanden haben, ist vorläufig unentschieden. Wir wissen, dass Babylon bereits 3—4 stöckige

Häuser hatte, dass in altindischen Städten die Häuser nicht selten über drei Stockwerke besassen, und dass die Häuser von Tyrus und ebenso die von Karthago bis zu sechs Stockwerken aufwiesen. Ob für Rom unter der Republik irgend welche Vorschriften bezüglich der zulässigen Haushöhe bestanden, ist ebenfalls ungewiss. Bereits im 3. Jahrhundert v. Chr. waren Häuser mit drei Stockwerken daselbst nichts Ungewöhnliches. Augustus bestimmte die grösste zulässige Haushöhe zu 70 römischen Fuss (d. h. 20,35 m); diese Höhe gestattete die Errichtung von 5—6 stöckigen Häusern. Die Haushöhe war von der Strassenbreite vollständig unabhängig, d. h. dieselbe war für alle Strassen zulässig. Die grösste damalige Strassenbreite betrug 6,5 m. Die Breite zweier sehr belebter Strassen (vicus Tuscus und vicus Jugarius) war 4,5 bezw. 5,5 m. Nach dem Brande erliess Nero weitgehende Bestimmungen bezüglich des Häuserbaues, wodurch namentlich das Hochbauen beschränkt werden sollte, jedoch auch dieser Versuch war ohne nennenswerthen Erfolg.

In Byzanz begünstigte man geradezu den Bau sehr hoher Häuser (bis 100 Fuss römisch = 29 m), wenigstens waren die in dem, allerdings bereits dem Mittelalter angehörenden Baupolizeigesetz Kaiser Leos enthaltenen betreffenden Bestimmungen nur zu sehr geeignet, die Grundbesitzer zu dem Bau ausserordentlich hoher Häuser anzuspornen. Das betreffende Gesetz, welches wahrscheinlich im Jahre 469 n. Chr. erlassen ist, setzte fest, dass Häuser von 100 Fuss Höhe den Nachbarn die Aussicht auf das Meer entziehen durften, eine Thatsache, die in Anbetracht der Lage Konstantinopels gewiss doppelt bedeutsam ist. Das Bestreben zur Errichtung möglichst hoher Häuser entsprang hier dem Umstande, dass die Lage der Stadt die Ausnutzung der Bauplätze bei dem beschränkten Ausdehnungsvermögen sehr wünschenswerth, ja nothwendig erscheinen liess. Die Hinterhäuser unterlagen im Alterthum hinsichtlich ihrer Höhenverhältnisse keinerlei Beschränkung. Eine Eigenthümlichkeit der baupolizeilichen Bestimmungen Leos und seines Nachfolgers Zeno war, dass sie, falls über den betreffenden Punkt eine Vereinbarung der Nachbarn vorlag, nicht zu befolgen waren.

Was die behördliche Gestattung von Aufgrabungen innerhalb der Strassen anbetrifft, die aus erklärlichen Gründen viel weniger zahlreich waren wie jetzt, (gab es doch damals nur Wasserzuleitungsrohre und Entwässerungsrohre, die im Untergrund verlegt wurden), so soll bereits Plato ein Gesetz aufgestellt haben, demgemäss derartige Aufgrabungen nur mit Erlaubniss der Behörden vorgenommen werden sollten. In Rom lag dieser Theil des Strassenwesens in den Händen der Aedilen, die auch für die Ueberwachung der Häuser Sorge zu tragen hatten. Daselbst wurde das Verhältniss der anliegenden Hauseigenthümer zu der Strassenpflasterung und deren Unterhaltung früh geregelt. Die Besitzer mussten der Frontlänge ihrer Häuser entsprechend, sowohl zu den Herstellungskosten wie auch zur Unterhaltung der Pflasterung beitragen. Diese Beiträge konnten zwangsweise eingezogen werden. Obgleich dieses Beitrags-

gesetz speciell für Rom erlassen war, so scheint es doch auch in anderen Städten des römischen Reiches zur Anwendung gekommen zu sein.

4. Strassenbau.

Bereits in einem frühen Zeitpunkte war man mit Erfolg bemüht, die Unbequemlichkeiten, die eine unbefestigte Strassenfläche im Gefolge hatte, zu beseitigen. Die ersten Versuche zur Befestigung der Strassenfläche schreibt man gewöhnlich den Phöniziern zu, welches Volk den Griechen auch die Kenntniss des städtischen Strassenbaues zutrug, doch ist diese Ansicht nicht zutreffend. Sowohl die babylonischen wie die ägyptischen Ruinen weisen bereits Pflasterungen auf. In Aegypten hat man die Spuren ehemaliger Pflasterungen u. a. in Theben und Heliopolis gefunden. Auch in Tel el Amarna sind Spuren der Strassenbefestigungen aufgedeckt worden.

Nach Josephus liess Salomo die nach der Hauptstadt führenden Landstrassen zur Bequemlichkeit der Wanderer und aus Prachtliebe mit schwarzen Steinen pflastern. Schick glaubt deshalb annehmen zu können, dass dieser König auch die Strassen der Stadt gut pflastern liess.

Der bedeutendste hellenische städtische Strassenbau war die Hauptstrasse von Kyrene. Hier wurde von Battos zwischen den beiden Kuppen, auf welchen Kyrene burgartig gelagert war, eine stattliche Strasse hergestellt, durch welche eine Quelle, der Apollotempel, die Stadt und die Hafengegend mit einander verbunden wurden. Diese Strasse war die Lebensader der Stadt, auf welcher sich die Festprocessionen, die Handelskarawanen und die Todtenzüge bewegten, und deren Ruhm von keinem anderen antiken städtischen Strassenbau überstrahlt wurde. Diese Strasse war in ganzer Breite glatt und eben, durch gestampften Steinschutt war auf dem unebenen Felsboden eine vollständig ebene Fahrbahn hergestellt worden.

In vielen griechischen Städten beschränkte sich die Befestigung der Strassendecke auf die Hauptstrassen, sodass die Nebenwege bei schlechter Witterung und zur Nachtzeit kaum zu passiren waren. Eine Stadt mit vollständig gepflasterten Strassen war auch zu Strabons Zeiten in Griechenland noch eine Seltenheit. In Athen gab es zahlreiche Strassen, die nur mit Gerölle befestigt waren. Smyrna hatte den Ruf, nur gepflasterte Strassen zu besitzen. Der Umstand, dass man bei Ausführung dieser umfangreichen Arbeit die Entwässerung der Strassenoberfläche vollständig vergessen hatte, lässt darauf schliessen, dass zu diesem Zeitpunkt die Kenntniss der Pflastertechnik in manchen Gegenden noch wenig verbreitet war.

Die Aufgrabungen in Alexandria haben in den Hauptstrassen dieser Stadt die antike Pflasterung aufgedeckt. Die Breite des Pflasters betrug 14 m, und der Fahrdamm war nach der Mitte hin sanft gewölbt. Das Pflaster bestand aus 20 cm dicken und 30—50 cm breiten, schwärzlichen und grauen Granit-

blöcken (wahrscheinlich aus Assuan stammend). Dasselbe ruhte auf einer Unterlage aus kleinen Bruchstücken, die durch Mörtel miteinander verbunden waren. Die Fahrbahn war durch Bordschwellen abgegrenzt und beiderseits mit erhöhten Fusssteigen versehen. Auch die übrigen Strassen waren wohl sämmtlich gepflastert. Eine der Querstrassen, die ebenfalls einen 14 m breiten Fahrdamm besass, hatte in der Mitte einen 1 m breiten Streifen tiefer Humuserde, in welcher wahrscheinlich Bäume gestanden haben. Diese Pflasterung scheint jedoch nicht der älteren griechischen Anlage anzugehören, sondern dürfte erst in spätrömischer Zeit ausgeführt worden sein.

Durch das Mosaik erhielt die Pflastertechnik bei den Griechen eine besondere Form. Sulla soll diese Pflasterart nach Italien gebracht haben.

Die ältesten Nachrichten über das römische Pflasterwesen stammen aus dem ersten Drittel des 6. Jahrhunderts. Dieselben beziehen sich auf die von plebejischen Aedilen ausgeführten Bauten einer Fahrstrasse von der Gegend der Salinen bis auf den Aventin, sowie einer Strasse vom Rindermarkt nach dem Ende des Circus.

Einen besonderen Aufschwung nahm das Pflasterwesen nach den siegreichen Schlachten von Kynoskephalae (197 v. Chr.) und Magnesia. Die grossen Schätze, die um diese Zeit nach Rom flossen, gaben den Anstoss zur Inangriffnahme umfangreicher Bauausführungen, darunter auch solche auf dem Gebiete der Pflasterung und des Kloakenbaues.

Nach den Angaben Nissens war im Jahre 174 v. Chr. von den Censoren die Strassenpflasterung in ganz Rom durchgeführt, eine Anschauung, die von Mommsen nicht getheilt wird, da die Strassenbefestigung als allgemeine Einrichtung ein Jahrhundert später, wie aus Cäsars Municipalgesetz hervorgeht, noch nicht bestanden habe. Nach Mommsen war im Jahre 45 v. Chr. die Pflasterung durchaus nicht vollständig durchgeführt und namentlich in den Vorstädten dürften gepflasterte Strassen zu den Ausnahmen gehört haben.

Die römischen städtischen Strassen unterschieden sich in ihrer Anordnung vortheilhaft von den griechischen in der durchgeführten Trennung der Strassenseiten, der Fusssteige, von der eigentlichen Fahrstrasse (eine Anordnung, die auch Alexandria zeigt). Cäsars Stadtrecht legte allen römischen Städten das Gebot auf, ihre Strassen mit Trottoiren zu versehen. Daneben wurde für die Strassen (d. h. den Fahrdamm) die Instandhaltung angeordnet. Die Hausbesitzer scheinen nur zur Herstellung eines gepflasterten Trottoirs verpflichtet gewesen zu sein. Auf die in einer grösseren Anzahl Städte zur Ausführung gekommenen, eigenartig ausgebildeten Fusswege und zwar in der Form von Säulenwegen ist bereits hingewiesen worden. Es möge hier noch erwähnt werden, dass in Byzanz sich die Trottoire theilweise über zwei Stockwerke erstreckten, und dass diese durch Treppen mit einander verbunden waren.

Einen sehr guten Einblick in den antiken römischen Strassenbau gewähren die Ueberreste Pompejis. Die Strassenbreite ist hier, wie in der Mehr-

zahl der antiken Städte, eine sehr geringe. Im Süden hält man noch jetzt vielfach enge Strassen, da sie reichlicheren Schatten gewähren, für angenehmer und gesünder als breite. Die grösste Breite beträgt in Pompeji 7 m, eine grosse Anzahl Strassen haben jedoch nur eine Breite von $2^1/_2$—3 m, von



Abb. 164.
Aeussere Ansicht des Nolaer Thores in Pompeji.

welchem Mafse noch die Breite der Trottoire (margines) abgeht, sodass die Fahrstrasse (agger) ausserordentlich eingeengt war. Das Querprofil zeigt ausnahmslos eine Wölbung. Die Pflasterung besteht aus grossen Lavablöcken, die sehr sorgfältig verlegt sind. In den Fahrdämmen Pompejis finden sich vielfach Rillen von 2,5—4 cm Tiefe, ähnlich den eingehauenen Spuren der griechischen

Strassen, doch hält man diese Rillen nicht für absichtlich hergestellt. Zwischen den mit grosser Sorgfalt aneinander gefügten Steinen sind Eisenkeile und Steine (Granit- und Marmorstücke) eingetrieben. In den Fahrdamm wurden je nach seiner Breite ein oder mehrere Trittsteine eingesetzt, die über das Strassen-



Abb. 165.
Strasse mit Einläufen in Pompeji.

pflaster hinausreichten und eine Ueberschreitung des Dammes ohne seine Berührung ermöglichten. Die Trottoire waren mit einem 30—45 cm breiten Kantsteine nach dem Rinnsteine hin eingefasst. An den Kantsteinen entlang standen Prellsteine. Die Trottoirfläche war aus festgestampfter Erde hergestellt, und in verschiedener Art und Weise belegt. Als Belag findet man

Sand, Ziegel, Steinplatten, Asphalt, Mosaik und auch Marmor verwandt. Die Unterhaltung des Trottoirs lag in Hausbreite dem anliegenden Grundeigenthümer ob, der nach Belieben den Fusssteigbelag wählen konnte.

In Pompeji wurde nach Nissen in der Periode der Autonomie mit der Anlage von Gangsteigen begonnen. Die Breite des Fahrdammes war auf 15 Fuss normirt, das gleiche Mass nimmt Nissen für die Gangsteige an. Der genannte Forscher unterscheidet vier Hauptperioden in der Geschichte der Strassen Pompejis. Während der ersten Periode (von der Stadtgründung bis ins zweite Jahrhundert v. Chr.) waren die Wohnhäuser ausserordentlich klein, die Strassen zahlreich und breit. Ueber den Strassenzustand vermag man sich kein klares Bild zu machen. In die zweite Periode fällt die Ausbildung des Peristylhauses, die Eröffnung der Läden, die Anlage von Gangsteigen, die kunstmässige Chaussirung der Hauptstrassen. Die Pflasterung der Strassen fällt in die dritte Periode. Die vierte Periode umfasst die Zeit nach der Entfestigung und somit die letzten Decennien der Stadtgeschichte. Ihrer Anlage nach zerfallen die Strassen in Haupt-, Neben- und Sackgassen. Die ersteren (viae) messen im Durchschnitt 33¹/₃ Fuss, die Nebenstrassen (viei) 16²/₃ Fuss, und die Sackgassen (angiportus) 10 Fuss. Die Stadt wurde im letzten Jahrhundert v. Chr. gepflastert. Ein Jahrhundert früher war dieselbe mit Gangsteigen versehen worden. Die Pflasterung ist fast ganz durchgeführt, nur wenige Strecken fehlen. Zur Zeit der Katastrophe war man damit beschäftigt, die Pflasterung einer Strasse auszuführen, und zwar hat man die Arbeit von den beiden Enden her begonnen.

Die Abb. 164 u. 165 zeigen zwei Strassenstrecken und lassen die Pflasterung deutlich erkennen. Abb. 164 ist eine äussere Ansicht des Nolaer Thors. Die Strassenpflasterung setzte sich auf dieser Strecke noch fort. Auf die in Abb. 165 erkennbaren Einlauföffnungen wird später nochmals zurückgekommen werden.

In technischer Beziehung dürfte es von besonderem Interesse sein, dass im Alterthum bereits vereinzelte Strassen mit Diagonalpflaster ausgestattet waren. Ein derartiges Pflaster weisen sowohl Strassenfahrbahnen in Schohba wie in Gerasa auf.

5. Bezeichnung der Strassen.

Ueber die Bezeichnungsweise der Strassen im Alterthum sind bisher nur spärliche Nachrichten vorhanden. Unbekannt ist bis jetzt, in welcher Art und Weise in den altägyptischen Städten die Strassen benannt oder bezeichnet wurden, dagegen liegen aus späterer Zeit einzelne Angaben vor. So werden beispielsweise in den Fayum Papyri für Arsinoë eine grosse Anzahl Strassennamen angegeben. Es finden sich u. a. die folgenden Namen: Leinweberstrasse, Ibiswärterstrasse, Mendes-Tempel-Strasse, Heilige-Thor-Strasse. Hausnummern kannte man hier nicht.

Nach Schick war das Innere der alten Stadt Jerusalem hinsichtlich der Eintheilung, der Strassen, Häuser u. s. w. vollständig von anderen Städten

verschieden. Die Stadt war in „Viertel“ und „halbe Viertel“ eingetheilt. Die Strassen hatten nach den Geschäften, welche in ihnen betrieben wurden oder nach den Thoren, zu welchen sie führten, ihre besonderen Namen. Derselbe glaubt annehmen zu können, dass die Strassen mit Aufschriften und Nummern versehen waren, und kein Fremder zu fragen brauchte, wo der Weg zum Tempel war. Dieser Annahme gegenüber weist Benzinger darauf hin, dass das alte Testament für Schicks Ansicht keinerlei Belege liefere.

In den älteren griechischen Städten war die genaue Lokalbezeichnung mit Schwierigkeiten verknüpft. In Athen waren zur Aufrechterhaltung der Ordnung die Wohnungsbezirke genau begrenzt. Die verschiedenen Hauptstrassen bildeten die Umrisse dieser Bezirke, Komen genannt. Die Quartiere wurden häufig nach Heiligthümern genannt, wie z. B. in Pellene ein Bezirk Poseidion hiess. In der Regel waren die einzelnen Grundstücke und Wohnungen nach dem nächsten bekannten Punkte benannt, als welche Heiligthümer, Thore, Stadtmauern, öffentliche Waschplätze, Brunnenplätze, Marktplätze, zu nennen sind. Die Strassen selbst hatten in Griechenland keine selbständige Bedeutung und besassen deshalb auch nur selten bestimmte Eigennamen.

In der altgriechischen Stadt Thurii in Unteritalien sind die vier Strassen, welche die Stadt der Länge nach durchziehen nach Herakles, Aphrodite, Olympos und Dionysos benannt, von den Querstrassen heisst eine Bürgerstrasse, und eine Thuriische Strasse. Thurii ist bisher das einzige Beispiel, welches das System der Namengebung einer antiken griechischen Stadt erkennen lässt.

In Rom und in einer Anzahl anderer Städte wurden die Strassen nach Eigennamen, Bauwerken, Gewerken etc. bezeichnet. Die Bezeichnung der Strasse erstreckte sich gleichzeitig auf deren Nebenstrassen. Die Zurechtfindung war, da zu keiner Zeit eine Nummerirung der Häuser stattgefunden zu haben scheint, es auch nicht feststeht, ob die Strassennamen angeschlagen waren, keineswegs leicht. Zur Orientirung konnte der grosse Plan benutzt werden, der sich auf einer Wandfläche des Friedenstempels befand. Derselbe gab die Eintheilung der Stadt Rom in vierzehn Regionen wieder und war auf der Grundlage der unter Vespasian im Jahre 74 stattgefundenen Vermessung angefertigt. Der Plan besass eine Höhe von 40 und eine Länge von 60 Fuss. Für die Fremden scheint es Stadtpläne und Führer gegeben zu haben. Den Suchenden nannte man die so und so vielte Strasse und den so und so vielten einer langen Reihe gleich aussehender Pfeiler, welche die Läden bildeten. Eine besondere Bezeichnungsweise kam in den römischen Militairkolonien zur Anwendung. Das für die Kolonie bestimmte Land wurde durch den Decumanus und den Cardo in vier Quartiere zerlegt, die durch Nebenstrassen in Centurien zerfielen. An den Eckpunkten dieser Centurien wurden, wie bereits auf Seite 400 erwähnt ist, Steine versetzt. Die lex Sempronia und die lex Julia, sowie die Triumvirn und später Augustus, machten den Unternehmern eine genaue

Durchführung eines deutlichen Systems der Versteinung und Bezifferung zur Pflicht. Hierbei wurden die beiden folgeuden Grundsätze eingehalten:

1. in jeder Kolonie war nur ein System der Bezifferung zulässig,
2. die Versteinung hatte von den Kreuzpunkten der Hauptstrassen aus zu beginnen.

Die Steine erhielten Aufschriften mit Angabe des betreffenden Cardo und des Decumanus. Diese Art der Bezeichnung machte es leicht, sich auf limitirtem Felde zu orientiren.

6. Plätze.

Oeffentliche Plätze gab es wohl in allen antiken Städten. Ihre Ausbildung erfolgte in sehr verschiedener Art und Weise. Besonderer Werth wurde seitens der Griechen und Römer auf derartige Anlagen gelegt, welche bei diesen Völkern als Volksplätze und Feststätten dienten und somit die heutigen Versammlungssäle ersetzten.

Bei den Griecheu war die Bezeichnung für den öffentlichen Stadtplatz „Agora", ein Wort, das ursprünglich „Volksversammlung" bedeutete. Die gewöhnliche Form der Agora war die rechteckige, vielfach kamen quadratische Plätze vor. Ausser der Agora war im allgemeinen in späterer Zeit ein eigentlicher Marktplatz vorhanden. Ursprünglich war die Agora kein städtischer Platz, sondern der Sammelpunkt der Bewohner einer Gegend gewesen, auf welchen verschiedene Wege zuführten. Jeder Gau hatte einen derartigen Markt, von denen derjenige, welcher durch seine Lage und durch die Nähe der Landesburg der bedeutendste war, der Kernpunkt einer Stadt wurde. Hierauf führt Curtius es zurück, dass der Stadtmarkt nicht selten älter wie die Stadt selbst war. Die Einrichtung eines solchen städtischen Marktplatzes war Anfangs eine sehr einfache. Der Raum wurde genau umgrenzt und zum bequemeren Gebrauch geebnet und gepflastert. Zur Weihe des Platzes wurden an ihm den gemeinsamen Gottheiten Heiligthümer errichtet.

Im Anfange gab es auf dem Markte nur für die Fürsten und die mitberathenden Geronten Sitzplätze, mit der Ausbreitung der Demokratie trat die Forderung auf, dass die ganze Volksversammlung sollte sitzen können. Mit der Entfaltung des demokratischen Lebens wurde der Markt ein Ort, an dem sich eine rege Kunstthätigkeit entfaltete. Nach der erfolgten Trennung der Verkehrsräume von den für die politische Versammlung bestimmten, wurde der Markt mit Hallen umgeben, die den Bürgern Schutz gegen Sonne und Regen gewährten. Durch die Anlage von Wasserleitungen wurde es möglich, Baumpflanzungen anzulegen. In der Zeit, in welcher derartige Anlagen entstanden, mündeten die Strassen nicht mehr unmittelbar in den inneren Marktraum ein, sondern sie standen durch besondere Thore mit dem Marktplatz in Verbindung. Diese Thore wurden reich geschmückt, so trugen z. B. die Propyläen der Agora von Neukorinth die vergoldeten Erzbilder der Stadt-

gründer. Der Markt selbst wurde mit Statuen von Göttern, Gesetzgebern und Feldherrn geziert. In Sicilien standen Reiterstatuen auf den Stadtmärkten. Die Umgestaltung dieser Plätze wird auf jonischen Einfluss zurückgeführt und hing nach Curtius Ansicht mit der durch Hippodamos von Milet in Griechenland auf dem Gebiete des Städtebaues eingeführten Reform zusammen.

Als Beispiele jonischer Marktanlagen sind die der kleinasiatischen Städte Cnidus, Aphrodisias, Side, Assos, Antiphellos, Termessus anzuführen. Die jonische Ausbildungsweise der Marktanlagen erreichte ihre höchste Vollendung in dem Forum Trajani zu Rom.

In den römischen Städten spielte der Marktplatz, das Forum, gleichfalls eine hervorragende Rolle. Hier wurden in den früheren Zeiten alle Geschäfte erledigt, erst später wurden bei den Römern dem Handel und dem sonstigen bürgerlichen Verkehr besondere Plätze, die eigentlichen Marktplätze (hora venalia) zugewiesen, während das ursprüngliche Forum den politischen Angelegenheiten vorbehalten blieb und den Namen Forum civile erhielt.

Von den Marktplätzen unterschied man den Gemüse-, Fisch-, Kram- und Viehmarkt. An dem Forum civile erhoben sich die der Verwaltung und Rechtspflege dienenden Gebäude. Ueber dessen Grössenverhältnisse schreibt Vitruv: „Die Grösse muss der Volksmenge entsprechen, damit es weder an Platz fehle, noch auch der Markt wegen Mangel an Leuten zu gross scheine. Die Breite bestimme man also: Man theile die Länge in drei Theile und nehme davon zwei zur Breite. So erhält der Markt eine längliche und zum Behufe der Schauspiele (die ursprünglich ebenfalls hier abgehalten wurden) bequeme Form. Die Basiliken sind an die Märkte, gegen die wärmsten Himmelsgegenden zu stellen, damit im Winter, sonder Beschwerung von Seiten der Witterung, die Kaufleute sich darin versammeln können. Das Schatzhaus, Gefängniss und das Rathhaus sollten ebenfalls mit dem Markt verbunden und seiner Grösse entsprechend angelegt werden.“

In Rom genügte im Laufe der Zeit ein Forum nicht und es entstanden eine Anzahl dieser Plätze.

Ueber die Ausschmückung der städtischen Plätze mit gärtnerischen Anlagen und über das Vorhandensein öffentlicher Grünanlagen finden sich verhältnissmässig nur wenig Mittheilungen. Hauptsächlich scheinen die berühmten Tempelstätten der Mittelpunkt grosser Parkanlagen gewesen zu sein. Als die höchste Leistung in dieser Richtung galt Daphne bei Antiochia, welcher Ort für den lieblichsten der Welt ausgegeben wurde. Daphne lag nach Strabo 40 Stadien südwestlich von Antiochia am Bergabhang. Die natürliche Schönheit dieses Ortes wurde durch die Kunst vergrössert. Katarakte, liebliche Anhöhen, reizende Thalgründe, sprudelnde, krystallhelle Quellen wechselten mit einander ab. An diesem Orte sollte Daphne vor dem ihr nacheilenden Apollo in den Lorbeer verwandelt worden sein. Prachtvolle Tempel des Apollo, der Diana, der Venus und Isis, der eleusinischen und anderer Götter waren hier

errichtet. Sowohl diese wie auch die anderen Gebände und Porticos, die Bäder und sonstigen Lustorte waren auf das Luxuriöseste ausgestattet. In dem Daphnäum wurden die glänzendsten Feste der Götter gefeiert und den gemeinsten Gelüsten gefröhnt.

In Rom waren die Gärten Cäsars durch das Testament des Dictators dem Volke vermacht worden.

7. Strassenbeleuchtung.

Die Leistungen des Alterthums auf dem Gebiete des öffentlichen Beleuchtungswesens müssen den anderen Errungenschaften gegenüber als sehr unbedeutend bezeichnet werden. Eine Strassenbeleuchtung in unserem heutigen Sinne kannte das Alterthum überhaupt nicht. In Rom wurde vor öffentlichen Gebäuden oder auf denselben in Becken Pech oder Harz zur Erleuchtung der Umgebung verbrannt. Die an verschiedenen Stellen aufgestellten Kandelaber wurden nur bei festlichen Gelegenheiten benutzt. Auf diese Kandelaber wurden wohl auch Fackeln gesteckt, die aus dem Marke des Schilfrohres bestanden und mit Fett getränkt waren. Erst im 4. Jahrhundert n. Chr. scheinen Wachskerzen in Gebrauch gekommen zu sein. Die von einem Gelage nach Hause Kommenden liessen sich den Weg durch Diener erleuchten, die entweder Laternen oder Fackeln trugen.

Von Antiochia wird aus der Zeit des 5. Jahrhunderts n. Chr. berichtet, dass hier die prächtigen Säulenstrassen des Nachts auf das Hellste erleuchtet worden seien, und dass dieselben alsdann noch weit belebter gewesen wären als am Tage, da sich die Nächte hier zur Erholung besser eignen als die heissen Tage. Ueber den Zeitpunkt, zu welchem diese Beleuchtung eingeführt worden war, ist nichts bekannt und es ist deshalb vorläufig noch ungewiss, ob eine solche Beleuchtung bereits im Alterthum stattgefunden hat, was wenig wahrscheinlich erscheint.

8. Strassenverkehr und Wohnungsverhältnisse.

Der Verkehr innerhalb der Städte ist ein Faktor, welcher namentlich auf dem Gebiete des städtischen Schnellverkehrs der modernen Ingenieurtechnik zahlreiche und bedeutungsvolle Aufgaben zu Theil werden lässt. Im Gegensatz hierzu muss betont werden, dass die antiken Verhältnisse auf die Entwicklung des städtischen Verkehrs einen geradezu hemmenden Einfluss ausübten. Durch das Fehlen jeglicher Verkehrs-Erleichterung erfuhr die Ausbreitungskraft der antiken Städte eine ganz ausserordentliche Schwächung. Eine Zusammendrängung der grössten Menschenmengen auf die denkbar kleinste Fläche war an einzelnen Orten nothgedrungener Weise die Folge des Fehlens der Verkehrsmittel. Es scheint, als ob der antiken Anschauung über die Unzulässigkeit des Fahrens innerhalb der Städte die Hauptschuld zugeschrieben werden muss,

dass der Ausbildung der für die grossen Städte so überaus wichtigen Frage des städtischen Schnellverkehrs keine Beachtung zugewandt wurde. Bereits bei der Betrachtung des griechischen Wegebaues wurde darauf hingewiesen, dass selbst ein Fahren vor den Thoren in manchen Zeitabschnitten als unpassend erachtet wurde, und diese Anschauungsweise von der Unzulässigkeit der Benutzung von Wagen zum Personentransport auf den städtischen Strassen scheint sich ziemlich während des ganzen Alterthums erhalten zu haben, wobei es allerdings unser Erstaunen erregen muss, dass eine solche Anschauungsweise sich mächtiger erweisen konnte als die unleugbar vorhanden gewesenen Uebervölkerungsverhältnisse. Als Beweis dafür, wie mächtig diese Anschauungsweise war, wird angeführt, dass selbst der verwundete Aurelian es nicht gewagt habe, sich bei seinem Einzuge in Antiochia eines Wagens zu bedienen. Nach Nissens Ansicht war in den früheren Zeiten in Rom das Fahren nichts Ungewöhnliches und kam hauptsächlich durch die Ausbildung der Sklavenwirthschaft mehr und mehr ab. Der erste Angriff auf das Fahren innerhalb der Mauern Roms ist gegen 200 v. Chr. erfolgt. Die Enge der Strassen vieler antiker Grossstädte machte allerdings einen erheblichen Wagenverkehr auf denselben unmöglich. Cäsars Municipalgesetz untersagte das Fahren in den Strassen während der ersten 10 Stunden des Tages vollständig. Eine Ausnahme bestand nur für die Wagen gewisser weniger Personen, für die Materialfuhren öffentlicher Bauten, sowie an Tagen, an welchen öffentliche Spiele stattfanden. Privatleute mussten die erforderlichen Fuhren vor Sonnenaufgang oder innerhalb der beiden letzten Tagesstunden beschaffen. Dass dieser Verkehr bei der regen Bauthätigkeit Roms in gewissen Perioden ein sehr bedeutender war, ist fraglos, die zu transportirenden Lasten waren zudem ganz aussergewöhnlich grosse. Dass jedoch nicht nur die angeführten zwingenden Gründe eine Einschränkung des Wagenverkehrs veranlassten, sondern hierbei auch anderweitige Faktoren eine ausschlaggebende Rolle spielten, geht aus einem Edikt des Kaisers Claudius hervor, in welchem in Erinnerung gebracht wird, dass Reisende die Städte Italiens nur zu Fuss oder in der Sänfte betreten dürften. In Pompeji sind eine Anzahl Strassen für den Wagenverkehr geradezu unbrauchbar gemacht worden, einzelne scheinen durch die Anwohner eigenmächtig für den Wagenverkehr gesperrt worden zu sein. Die durch diese zurückgebliebene Entwicklung eines wichtigen Zweiges des städtischen Lebens jedenfalls vermehrte Wohnungsnoth einzelner antiker Grossstädte hat, wie die Untersuchungen Pöhlmanns dargethan haben, zum Theil noch schlimmere Zustände herbeigeführt als die auf diesem Gebiete in den modernen Grossstädten herrschenden Verhältnisse.

Mit Recht hebt Pöhlmann in seiner Abhandlung hervor, dass man bei einem Vergleich zwischen einst und jetzt nicht vergessen dürfe, dass die antiken Grossstädte in südlichen Ländern lagen und dass die Ansprüche der Bewohner jener Gegenden äusserst bescheidene gegen die der modernen Nord-

länder genannt werden müssen. Wie gross die Wohnungsnoth in einzelnen antiken Grossstädten gewesen sein muss, kann man am besten daraus entnehmen, dass diese Frage zu jener Zeit ein beliebtes Agitationsmittel bildete. Die Miethe für die unteren Klassen betrug etwa 435 Mark. Zu verschiedenen Malen wurde von den Kaisern ein Erlass der Miethen von bestimmter Höhe verfügt. Die betreffende Verfügung Romanus I. für Konstantinopel bezog sich sogar auf alle Mietbebeträge. In Rom herrschte eine so unsolide Bauweise, dass Häusereinstürze nichts Seltenes waren. Auch die übrigen Zuthaten der modernen Wohnungsnoth, wie übertriebene Ausnutzung der Räumlichkeiten, Belästigungen durch die Hauseigenthümer u. s. w. fehlten selbstverständlich nicht. Den Eigenthümern war die Unsolidität ihrer Häuser, die zudem ständig der Gefahr von Feuersbrünsten ausgesetzt waren, nur zu wohl bekannt und sie suchten daher die Herstellungskosten derselben innerhalb weniger Jahre vollständig herauszuschlagen, ein Bestreben, das zu den gesteigerten Wohnungspreisen führte. Die Wohnungsnoth Roms wurde durch den Bauluxus einer kleinen, aber sehr vermögenden Minderheit gesteigert. Ueber den Preis der Grundstücke können wir uns eine Anschauung durch einige auf uns gekommene Angaben bilden. Die Grundstückspreise stammen aus der Zeit der Republik, aus einer Periode, in welcher der Bauluxus noch nicht die Höhe, wie zur Zeit des Kaiserreichs erreicht hatte. Das Gelände, auf welchem Cäsar das Forum anlegte, kostete rund 17500000 Mark nach dem heutigen Geldwerth, ausserdem wurden an die Besitzer der anstossenden Grundstücke für die Erweiterung des Platzes bis zum Atrium des Tempels der Libertas an Entschädigungen 10200000 Mark bezahlt. Die Grösse des von Cäsar gekauften Areals betrug 90000 Quadratfuss, mithin kostete 1 Quadratfuss = 178 Mark oder 1 qm rund 2000 Mark. Das Haus des Antonius bezahlte Messala mit 660000 Mark, Cicero dasjenige des Crassus mit 614000 Mark. Der Palast von Claudius kostete 2620000 Mark, derjenige des Scaurus 17700000 Mark.

Die Bauspekulation artete vielfach in einen Baustellenwucher aus. Einzelne Spekulanten suchten sogar die Arbeitskräfte zu monopolisiren. Zu dieser Kategorie gehörte der seines Reichthums wegen bekannte Crassus, der 500 unfreie Bautechniker und Bauhandwerker aufkaufte und dieselben an Bauunternehmer vermiethete.

Auf die grosse Höhe der Häuser einzelner antiker Grossstädte ist bereits aufmerksam gemacht worden. Welche Unbequemlichkeiten und Nachtheile diese thurmhohen Häuser für die Bewohner der oberen Geschosse, abgesehen von der beständigen Gefahr in welcher diese schwebten, hatten, tritt erst klar in die Erscheinung, wenn man sich vergegenwärtigt, welche geringfügigen Leistungen der antike Haustreppenbau aufzuweisen gehabt hat. Die antike Haustreppe war im Grunde weiter nichts als eine feste Leiter, deren Sprossen durch schmale Bretter ersetzt waren. Eine Verschaalung zwischen den einzelnen Sprossen oder Stufen war in Privathäusern durchgängig nicht vorhanden.

9. Entwässerung der Städte und Strassenreinigung.

a) Kanalisationsanlagen.

Mit dem Augenblicke des dauernden Zusammenwohnens einer grösseren Zahl Menschen an einem Ort musste nothgedrungen die Frage der Wasserversorgung und der Ableitung der Gebrauchswassermengen und Abfallstoffe einer Lösung entgegengeführt werden, und hierdurch erklärt es sich, dass die Geschichte der Wasserversorgung und der Entwässerung der Städte (d. h. der Kanalisation) in eine frühe Periode zurückreicht. Die Kenntnisse über die ersten Entwässerungsanlagen sind bis jetzt spärlich, die älteste bisher bekannte Er-



Abb. 166.
Kanal unter dem Südostpalaste von Nimrud.

wähnung einer Kanalisationsanlage dürfte die auf einem der älteren Siegelcylinder befindliche Inschrift sein, in welcher von dem Bau eines Palastes und von Kanalisationsanlagen eines Vorrathhauses (?) die Rede ist. Die sonstigen Nachrichten über Kanalisationsanlagen der mesopotamischen Städte stammen aus weit späterer Zeit.

Layard berichtet in seinen Werken, dass Babylon bereits sehr grosse Schwemmsiele besessen habe, und dass die Wohnhäuser durch Seitenkanäle mit den Hauptkanälen in Verbindung standen. In Nimrud fand dieser Forscher unter einem aus dem 7. Jahrhundert v. Chr. stammenden Gebäude einen gewölbten spitzbogigen Abzugskanal. Das Gewölbe ist aus grossen gebrannten Ziegeln hergestellt und ruht auf Seitenwänden aus dem gleichen Material. Die Ziegel sind viereckig und nicht keilförmig. Der im Centrum verbleibende Raum ist, wie Abb. 166 zeigt, mit nach der Länge gelegten Ziegeln ausgefüllt.

In den Seitenkanal münden, wie dieses Abb. 77, Seite 270 zeigt, vertikale Schächte, die zur Ableitung des Wassers in den Abführungskanal bestimmt waren. Auch fand Layard unter dem Nordwestpalast von Nimrud einen gewölbten Abzugskanal. Unter dem Pflaster der in Nimrud anfgedeckten Rninen des älteren Palastes liefen viereckige, aus gebrannten Backsteinen erbaute Abzugsgräben nach verschiedenen Punkten des Gebäudes. Die Verbindung dieser Kanäle mit dem zu entwässernden Fnssboden der verschiedenen Räume ist durch runde Röhren bewirkt, die in einer durchlöcherten, gewöhnlich in einer Ecke liegenden Pflasterplatte endigen. Die sämmtlichen Abzweigungen vereinigten sich in einem Hauptkanal, der in den Fluss mündete.

Von Bagdad berichtet der genannte Forscher, dass als einziges Ueberbleibsel aus babylonischer Zeit die Rninen eines ungehenren Abzugsgrabens oder unterirdischen Ganges, ans grossen viereckigen Ziegeln mit dem Namen Nebukadnezars gefunden sei.

In Jerusalem haben sich von den antiken Kloakenanlagen verschiedene Kanäle erhalten, die in dem Felsnntergrund tunnelartig hergestellt sind. Schick hat einen mannshohen Kanal aufgefunden, der sich nur wenige Meter unter dem Boden hinzieht. Dieser Kanal ist 60 cm weit nnd gegen 2 m hoch. Derselbe hatte ursprünglich eine gewölbartige Decke, die nnr aus wenigen zngehauenen Steinen hergestellt war, später aber mit grossen flachen Steinen abgedeckt worden ist. Der Kanal läuft nach dem Kidronthal, sein Ausgang ist verschüttet. Von den Seiten her münden, und zwar nahe an seiner Decke eine Anzahl kleinerer Leitungen. Schick ist der Ansicht, dass der Gang aus späterer Zeit nnd zwar aus derjenigen des Herodes oder Hadrians stammt. Dieser Kanal hatte offenbar den Zweck, die unreinen Abflüsse aus dem nordöstlichen Stadttheil abzuführen.

Ueber die Entwässerungsverhältnisse der älteren Zeit Jerusalems, vor der Einnahme der Stadt durch König David, schreibt der Genannte das Folgende: „Zwischen den Höhlen, Felsen und Steinhäusern befanden sich als Gassen breite Kanäle oder Rinnen, die aus dem Felsen gebrochen und dort wo Felsen fehlte, durch Mauerwerk vervollständigt waren. Diese Kanäle leiteten alles Regen- und Schmutzwasser nach den Rändern des Felsens. Im allgemeinen waren diese Gassen schmal und krumm, doch war die Hauptgasse, welche von Norden, vom Millo herabkam, verhältnissmässig geräumiger und auch wohl gerader als die von ihr nach links und rechts abzweigenden knrzen Seitengassen. Die Ausgussöffnungen dieser Kanäle am Rande des Felsens lagen naturgemäss niedriger als die Gassen und Häuser. Durch diese Wasserrinnen, d. h. die Ausgussöffnungen der Gassenkanäle und Kloaken, drang Joab in Jerusalem ein und kam David ohne Blutvergiessen in den Besitz der Stadt."

Von den ausserordentlich zahlreichen Gängen, die den Untergrund Jerusalems nach verschiedenen Richtungen durchschneiden, glaubt man den von Warren entdeckten Tunnel im Südosten von Siloah für einen Entwässe-

rungskanal balten zn dürfen. Warren hat diesen Tunnel anf einer Länge von 600 m verfolgt, zn demselben führen verschiedene Treppen hinab, mit dem Kanal steht ein grosses Reservoir in Verbindnng. Das Werk ist unvollendet geblieben. Unterhalb des Tempels sind gleicbfalls ausserordentlicb zahlreiche nnterirdische Aussparungen vorhanden nnd waren hier Vorkehrungen zur Aufnabme des Blntes etc. der Opferthiere getroffen.

Ueber die griechischen Scböpfungen dieser Gattung liegen verschiedene Ermittelungen vor. Die alte Entwässerungsleitung Athens durchzieht einen grossen Theil der jetzigen Stadt. Anf vielen Strecken ist diese Ableitung gewölbt und zwar mit grossen Piraensquadern, an einzelnen Stellen zeigt sie jedoch auch Ueberkragungen nach Art des Scbatzhauses des Atreus zn Mykenae. Ziller nimmt an, dass dieser letztere Theil ansgeführt wurde, als die Kanalisationsanlage selbst noch gar nicht existirte, in einem Zeitpunkt, als die Gewölbekonstruktion noch unbekannt war, und dass sicb aus diesem zunächst offenen Graben mit dem grösseren Anwachsen der Bevölkerung nach und nach erst die gescblossene Entwässerungsleitung bildete. Die Endstrecke der Kloake, vom Thorabschlnss ab, bildete gleichsam ein Sammelhaus, an dessen Langseiten sich kleine, gemauerte, viereckige, zuweilen auch cylinderförmige Ziegelkanäle anscblossen, die den Kanalinhalt unterirdisch weiterführten und auf den abwärts gelegenen Ebenen aller Wabrscbeinlichkeit nach vertheilten, sodass man es hier mit einer Berieselnngsanlage zn thun haben dürfte.

In den Hanptkanal sind parallel mit den Langseiten Abfangemanern eingebant, die es ermöglichten, den rechts und links abgehenden Zweigkanälen aucb dann Wasser zuzuführen, wenn der Wasserstand in dem Hauptkanal ein sehr niedriger war. An einem kleinen viereckigen Kanal ist dentlich zu erkennen, dass daselbst eine Schütze angebracht war, und man darf annehmen, dass derartige Scbützenvorrichtungen durchgehends vorbanden waren. Diese Scbützen baben Ziller zu der Annahme veranlasst, dass die aufgestaute Jauche im Alterthum wahrscbeinlich an die Besitzer der tieferliegenden Ländereien der Ebene verpachtet war. Der grösste der abzweigenden Kanäle ist aus Thonröhren von 0,67 m Durchmesser hergestellt. Diese Röhren bestehen aus zwei gleichen, in den Längsfugen fein aneinander gefügten und mit sechs Bleiklammern verbundenen Theilen. In den Stossfugen ist keinerlei Bindemittel zur Verwendnng gekommen.

Sehr ausführliche Mittheilungen liegen über die Entwässerungsanlagen von Olympia vor. Das Wasser wurde hier in Rinnen zur Ableitung gebracht. Die Zusammenleitung dieser Rinnen in Stammkanäle hat sich nur für einen Theil der Anlagen nachweisen lassen und zwar findet sich im Südwesten eine Kloake, welche den Inhalt der in diesem Theil vorhanden gewesenen Entwässerungsleitungen aufnahm. Der grössere Theil der Leitungen ist aus Porosquadern hergestellt, und die Rinnen besitzen ein halbkreisförmiges Profil. Die Erbauung der grossen Kloake hängt mit dem Umbau des sogenannten Südwestbanes in

römischer Zeit zusammen. Dieser Kanal geht von der Südfront des genannten Bauwerks aus und führt in südsüdöstlicher Richtung zum Alpheios. Die gemauerten Kanäle der griechischen und römischen Zeit sind sehr verschiedenartig konstruirt. Ein aus griechischer Zeit stammender, grosser, ungewölbter Kanal ist aus Ziegel von 32×64 cm bei 7 cm Stärke hergestellt, ohne dass Mörtel oder Putz Verwendung gefunden hat. Der auf Kosten des Herodes Attikus erbaute gemauerte und gewölbte Kanal zeigt einen vorzüglichen Putz. Die Mörtelfugen sind von fast der gleichen Stärke wie die Ziegel. Die grosse Kloake vom Südwestbau nach dem Alpheios ist durch Schrägstellung zweier Dachziegelplatten von 59×69 cm Seitenlänge hergestellt. Als Sohlplatte dient ein Dachziegel von 53×75 cm Seitenlänge. Zu den Sohlen der Kanäle haben derartige Dachziegel vielfach Verwendung gefunden.

Von den griechischen Pflanzstädten ist es namentlich Agrigent, das antike Akragas, über dessen Abzugskanäle Näheres ermittelt ist. Die grosse Beute, welche den Agrigentinern unter Therons Führung in der Schlacht bei Himera in die Hände fiel und die grosse Zahl der hierbei gemachten Kriegsgefangenen ermöglichte denselben die Schaffung einer Reihe von Pracht- und Nutzbauten. Ueber diese Bauten, die unter dem Tyrannen Theron zur Ausführung kamen, berichtet Diodor, wobei er die unterirdischen Abzugskanäle erwähnt. Der Unternehmer und Baumeister dieser Leitungskanäle habe Phaeax geheissen und hiernach seien diese Kanäle Phaeaken genannt worden. Ausser diesen Kanälen hatten die Akragantiner einen Schwimmteich „Kolymbthur“ angelegt, den Diodor an einer anderen Stelle seiner Schriften als einen künstlich hergestellten, ausserhalb der Stadt belegenen See anführt. Ob die Beschreibung Diodors sich auf Wasserleitungs- oder Entwässerungskanäle bezieht, lässt Schubring dahingestellt. Derselbe ist der Ansicht, dass man aus diesen Mittheilungen höchstens entnehmen könne, dass zur Zeit Therons merkwürdige unterirdische Leitungen geschaffen worden seien, die den Namen Phaeaken führten und mit welchen ein Teich verbunden war.

In Samos hat man die Ueberreste von in Felsen gehauenen Abzugsgräben gefunden, von denen einzelne mit dem alten Hafen in Verbindung gestanden zu haben scheinen und zur Beförderung der Cirkulation des Wassers in diesem gedient haben dürften, während andere Gänge zur Abführung der Unreinlichkeiten aus der Stadt bestimmt waren. Nach Herodot entfloh durch einen solchen unterirdischen Kanal der Tyrann Mäandrios aus der Akropolis.

Als Ausgangspunkt des römischen Kanalisationswesens sind die etruskischen Schöpfungen auf diesem Gebiete zu betrachten. Die Etrusker legten auf die Reinhaltung ihrer Städte sehr grossen Werth und trafen entsprechende Vorkehrungen. Die Mauern von Faesulae und Volaterrae weisen in gewissen Abständen Oeffnungen auf, die jedenfalls als Wasserdurchlässe gedient haben und als Bestandtheile des städtischen Kanalsystems zu betrachten sind. Unter den Ueberresten von Graviscae am Marta hat man die Mündung einer Kloake

gefunden, die in ihrer Konstruktion mit der Cloaca maxima Aehnlichkeit besitzt. Die Steine, aus denen der Bogen gebildet ist, haben jedoch die doppelte Grösse (s. Abb. 167).

In Marzabotto hat man gleichfalls unter den Resten der alten etruskischen Stadt ausser den Mauern und Thoren gepflasterte und kanalisirte Strassen mit Häusern von regelmässiger Anlage aufgedeckt. Auch die ältesten Entwässerungsanlagen Roms sind zweifellos durch Etrusker geschaffen. Die Tradition schreibt dieselben der Zeit des Tarquinius zu.

Der Plan des etruskischen Ingenieurs, der der Sage nach von Tarquinius Priscus mit der Schaffung einer Entwässerungsanlage betraut worden war, war darauf gerichtet, den Teichen und Morästen in der Ebene zwischen den sieben Hügeln einen Abzug zu geben und die Abführung der plötzlich eintretenden heftigen Regengüsse zu ermöglichen. Der ebene Theil zwischen den Hügeln



Abb. 167.
Kanal der Marta.

war ausserdem durch seine Lage an einem häufig ungewöhnlich hoch ansteigenden Flusse vielfachen Ueberschwemmungen ausgesetzt. Durch die genannte Entwässerungsleitung sollte eine Aufstauung des Wassers verhütet und die Sumpfherde des verheerenden Fiebers beseitigt werden. Das hohe Alter der Fieberplage Roms beweisen die bereits von den frühesten Bewohnern der Stadt der Gottheit des Fiebers sowie anderen verwandten Schutzgöttern gewidmeten Kapellen und Altäre, worunter sich solche der Cloacina, der Mala Fortuna und der Mefitis befinden. An dieser Stelle möge auch an die alten Drainirungsanlagen der Campagna erinnert werden. Auch in Rom selbst hat man am Capitolinus, an der Südwestspitze des Palatinus und auf der Westseite des Aventin ähnliche Abzugsgänge aufgefunden. Durch die Anlage dieser bedeutenden Entwässerungskanäle war die Möglichkeit einer Weiterentwicklung Roms gegeben. Durch sie wurden alle Wassermengen, welche vom Quirinal, Viminal, Esquilin, Caelius, Palatin und Capitol nach dem römischen Forum abflossen, gesammelt und dem Tiber zugeführt.

Jordan vertritt die Ansicht, dass durch den Bau der Kloakenanlage, sowie durch die Errichtung der von dem Volksglauben gleichfalls der Dynastie der Tarquinier zugeschriebenen Ringmauer Rom sein eigenartiges Gepräge gegeben worden ist. Die Ringmauer mit ihren Thoren gab der Stadt Jahrhunderte hindnrch eine unverrückbare Begrenzung und stellte die Hauptrichtungen des Verkehrs fest; die Kloake ermöglichte den Anbau des ebenen, zwischen den Hügeln und dem Flusse liegenden Landes. Die Kloakenanlage war wahrscheinlich anfangs zu einem grossen Theil nnbedeckt. Der Entwässerungszweck dürfte ursprünglich der ausschliessliche gewesen sein, erst im Laufe der Zeit scheint die Anlage auch für die Abführung der menschlichen und thierischen Auswurfstoffe nutzbar gemacht worden zu sein. Nicht mit Unrecht erblickt man in dieser zweifachen Ausnutzung einen Nachtheil. Den antiken Ingenieuren scheint aller Wahrscheinlichkeit nach eine Verhinderung der Kanalgasausströmung unbekannt gewesen zu sein, sodass die Bevölkerung infolge der fehlenden Absperrvorrichtungen beständig den schädlichen Ausdünstungen ausgesetzt war. Von den grossen Einlassöffnnngen, welche sich an den Strassen entlang befanden, haben sich einzelne, so anch in Pompeji, erhalten. Am bekanntesten ist die Bocca della verita in Rom, eine Marmorscheibe von fünf Fuss Durchmesser mit dem Gesicht des Oceans, durch dessen geöffneten Mund das Regenwasser in den Abzugskanal strömte.

Wie Dionysius berichtet, mussten die Abzüge wegen ihrer Verstopfung einer Reinigung und Wiederherstellung unterzogen werden, für welche Arbeiten die Censoren 1000 Talente (4½ Millionen Mark) aussetzten. Die Grösse dieser Summe ist nach Hirt ein Zeichen, dass diese Arbeit eine sehr nmfangreiche gewesen sein muss, die sich wohl nicht allein auf die Reinigung und Reparatur bezogen hat.

Unter den modernen Kloakensträngen Roms befinden sich verschiedene, welche mit Benutzung antiker Kanäle angelegt worden sind. Unter anderem sind die Entwässerungsleitungen des Circus Flaminius benutzt.

Der berühmteste der antiken Kanäle ist die oft genannte und viel gerühmte Cloaca maxima, deren Ausmündung in Abb. 168 dargestellt ist.

Der Verlauf der Cloaca maxima zeigt eine grosse Anzahl Windungen nnd Ausbeugungen, die zum Theil durch Umgehung vorhandener Gebäude veranlasst worden sein dürften. Die gesammte Trace der Kloake zeigt so sehr das Abbild eines Wasserlaufes der Campagna, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass man in der Cloaca maxima einen kanalisirten Fluss zu erblicken hat, welcher bei S. Giorgio in Velabro in die Marrana mündete (siehe Abb. 169). Man kann hiernach annehmen, dass die Entwicklung auch in dieser Beziehung in Rom eine ähnliche gewesen ist wie in Athen. Auch in Rom ist wohl zunächst das Bachufer befestigt worden, dann folgte die theilweise nnd schliesslich die vollständige Ueberdeckung des Wasserlaufes. Zum Beweise für das Zutreffende dieser Anschaunng wird daranf hingewiesen, dass 22 m hinter der Basilica



Abb. 168. Mündung der Cloaca maxima.

Julia die gewöhnliche Cloaca plötzlich abbricht und ein offener Kanal eine Zeit lang bestanden zn haben scheint, in den sich die Palatinwasser ergossen haben werden, wofür auch der Umstand spricht, dass das Wohnen in dieser Gegend der Miasmen wegen sebr unangenehm, wenn nicht bedenklich gewesen zu sein scbeint.

Dem römischen Ingenieur Pietro ist eine genaue Aufnahme der römischen Kloakenanlagen, besonders der Cloaca maxima zu verdanken.

Hiernach besteht die Cloaca aus grossen Quadern aus Gabinerstein, deren Abmessungen die folgenden sind: Länge 2,50 m, Höhe 0,8 m und Breite 1,00 m. Die Steine sind ohne Mörtel an einander gefügt. Die Wände bestehen aus 3—5 Quaderlagen. Auf diesen ruht ein Gewölbe in Halbkreisform. Dieses Tonnengewölbe besteht aus 7—9 Schichten, die durch sorgfältig bearbeitete Keilsteine gebildet sind. Die Kanalsohle ist mit Polygonsteinen aus Lava gepflastert. Abb. 170—172 zeigen einen Querschnitt resp. Längenscbnitt der im Jahre 1889 entdeckten Kloakenstrecke bis zum Forum Augustum. Abb. 173 zeigt den Querschnitt bei der Stelle 2 des Lageplans Abb. 169. Auf dieser Strecke sind, wie Abb. 173 zeigt, nur zwei der ursprünglicben Quaderlagen erbalten, darüber liegt auf Ziegelschichten ein Halbkreisgewölbe. Die Breite des Kanals ist nicht gleich, vielmehr wecbselt sie nach den Gefällsverhältnissen. Nach der Ausflussstelle hin nimmt der Querschnitt zu, welche Anordnung eine zutreffende ist, da das abzuführende Wasserqnantum gleichfalls wächst. An der Stelle, an welcher der Kanal südlich vom Forum Romanum unter die Treppe der Basilika Julia tritt, ist das Gewölbe entfernt, um

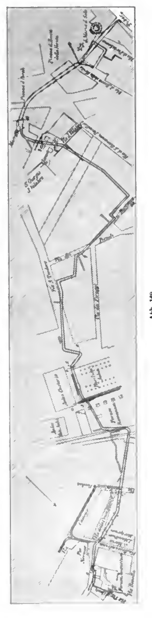


Abb. 169.
Lageplan der Cloaca maxima.

die Herstellung des Stufenunterbaues möglich zu machen. Der Kanal, der hier nur eine Breite von 1,2 m besitzt, ist mit einem 30 cm starken Travertinquader abgedeckt. Dort, wo die Cloaca unter der Basilika Julia austritt, erweitert sich der Querschnitt plötzlich, die beiderseitigen Quaderschichten stossen stumpf ohne Einbindung an einander. Auf der Strecke von Punkt 6 bis 7, welcher Theil eine Länge von ca. 180 m besitzt, dürfte der Kanal nach Narduccis Ansicht ursprünglich offen gewesen sein. Ein unter den Westpfeilern

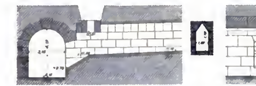


Abb. 170—172.
Querschnitt resp. Längenschnitt der Cloaca maxima beim Forum Augustum.

des Janus quadrifrons einmündender Seitenkanal (Abb. 174) von 1,6 m Breite und 1,92 m Höhe hat nach Narduccis Ansicht das von dem Kapitol nach Osten abfliessende Wasser in die Cloaca maxima geleitet.



Abb. 173.
Querschnitt der Cloaca maxima bei Punkt 2 des Lageplans.

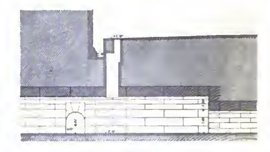


Abb. 174
Längenschnitt der Cloaca maxima bei Punkt 8, gegen Westen gesehen.

Von Punkt 9 bis zur Einmündung in die Marrana bei S. Giorgio (Abb. 175) besitzt der Kanal ein Ziegelgewölbe. Nach einer Unterbrechung auf 13,9 m Länge beginnt der Kanal abermals und setzt sich in einer Länge von rund 207 m fort. Die Breite vergrössert sich auf dieser Strecke von 3,7 auf 4,5 m. Der Ausfluss zeigt drei Wölbschichten aus Peperin. Mit diesem Material wurde zur Zeit der Erbauung der Ausmündung auch das anschliessende Ufer bekleidet. Etwa 9 m bevor die Kloake unter dem westlichen Pfeiler des sogenannten Janus quadrifrons in Velabrum durchgeht, endet der Kanal, der

eine Höhe von 1,99 m hat, in einer senkrechten Front von Travertin (Abb. 174). Die bedeutend höhere Fortsetzung, 3,19 m, (Abb. 176) ist mit veränderten Schichten angebaut. Der hier mündende, bereits oben erwähnte Seitenkanal (Abb. 174) hat fast denselben Querschnitt wie die niedrigere Kanalstrecke. Die in den Querschnitten Abb. 176 und 178 erkennbaren Luftschächte stammen aus späterer Zeit. Unmittelbar nachdem die Kloake unter dem Janus quadrifrons hervorgetreten ist, endet das dieselbe deckende Gewölbe von Keilsteinen in einer senkrechten Front (Abb. 177). Die folgenden 39 m zeigen ein Ziegelgewölbe. Abb. 179 giebt den Längenschnitt der Kloake, Abb. 180 ihre Ansicht bei Punkt 10 wieder.

Die umfassenden Anlagen, welche im Alterthum zur Entwässerung einer Reihe von Städten geschaffen wurden, dürften in vielen Fällen nur einem geringen Bruchtheil der Bevölkerung wirklich voll zu Nutzen gekommen sein. In Rom z. B. war ein Anschluss der Häuser an das Kanalsystem nicht vorgeschrieben, und bei den daselbst vorhanden gewesenen traurigen Bauspekulationsverhältnissen ist kaum anzunehmen, dass die Hauseigenthümer irgend etwas mehr leisteten, als wozu sie gesetzlich gezwungen werden konnten. Nach Livius war durch Ortsbaustatut nur festgesetzt, dass die Abzugskanäle für die Privathäuser von den Besitzern auf ihre Kosten herzustellen waren, die hierfür das cloacarium zu entrichten hatten. Die Kanalisation unterstand anfangs den Censoren, später den Aedilen und zuletzt den Curatores cloacarum.

Auf dem Gebiet des Kanalisationswesens gestattet Pompeji einen Einblick in die diesbezüglichen Verhältnisse römischer Landstädte. Nissen ist der Ansicht, dass diese Stadt ein Kloakensystem wie Rom nie besessen habe. Fast jedes Haus hatte seinen Abfluss auf die Strasse. Der Fahrdamm war durchgängig flach gewölbt, das Wasser lief daher an den Randsteinen zusammen. Um den Fahrdamm, der häufig nass gewesen sein wird, trockenen Fusses passiren zu können, waren die Trittsteine angeordnet. Die Hausbewohner waren sowohl verpflichtet,

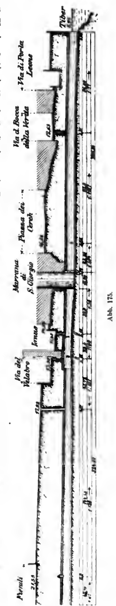


Abb. 175. Längenschnitt des unteren Theils der Cloaca maxima.

für die Unterhaltnng des Pflasters, als auch für den nngehemmten Ablauf des Wassers Sorge zu tragen. Vor der Schaffung der Gangsteige wird die Gosse jedenfalls in der Mitte gelegen haben. Das Wasser floss dnrch Abzugsöffnungen ab, die an verschiedenen Stellen im Trottoir nocb erkennbar sind. Nissen ist allerdings der Ansicht, dass unterirdiscbe Abzugsleitungen nnr an denjenigen Stellen vorhanden waren, von welchen grössere Wassermengen abflossen, wie am Forum nnd bei den Stabianer Thermen. Derartige Abzugsöffnungen sind auf der Abb. 165, Seite 442 deutlich zn erkennen.

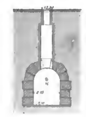


Abb. 176.
Querschnitt der Cloaca maxima bei Punkt 8.

Zahlreiche Entwässerungsleitungen finden sich nnter den Ruinen von Nicomedia. Diese Stadt liegt an einem Abbange, an welcbem sie terrassenartig angelegt war. Die einzelnen Abstufungen sind durch Stützmanern abgeschlossen. Die unterste derselben, die früber jedenfalls am Meere lag, besitzt Strebepfeiler in einem Abstande von 3 m von einander. Zwiscben diesen Strebepfeilern münden Ahzugskanäle. Die Kanäle

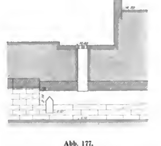


Abb. 177.
Längenschnitt der Cloaca maxima bei Punkt 9, gegen Osten gesehen.



Abb. 178.
Querschnitt der Cloaca maxima bei Punkt 9.

besitzen einen so grossen Querschnitt, dass ein Mann darin gehen kann. Diese Leitungen dürften in erster Linie zur unschädlichen Abführung der Regenwassermengen gedient haben.

Am Fuss des Hügels, an dem Orange, das alte Arausio, liegt, war ebemals ein Sumpf vorhanden, in den sich die Abwässer der Stadt ergossen. Um die sonst unvermeidlichen Ueberschwemmungen der tiefgelegenen Stadttheile bei Eintritt starker Niederschläge zu verhüten, wurde ein Abflusskanal angelegt, der das Wasser in den Megue und durch diesen Wasserlauf in die Rhône abführte. Der Sammler hatte eine Breite von 2 m.

In Aosta war ein einheitliches Kanalnetz vorhanden. Der Kanal in der via Decumana besitzt eine Lichtweite von 0,64 m bis 0,85 m und eine

Höhe von 1,68 m. Mit dem Rücken liegt derselbe 1,33 m unter der Strassenkrone. Der obere Theil ist halbkreisförmig überwölbt.

In Paris haben sich Ueberreste ehemaliger Abzugskanäle aus der Römerzeit auf der Insel Notre Dame erhalten. Die Höhe dieser Gänge ist 0,6 m, die Breite 0,5 m.

Reste von römischen Abzugskanälen sind in Deutschland u. a. in Trier und Köln gefunden worden. Abb. 181 stellt den Querschnitt des Kanals dar,



Abb. 179.
Längenschnitt der Cloaca maxima bei Punkt 10, gegen Osten gesehen.

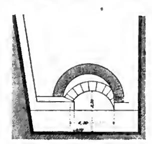


Abb. 180.
Ansicht der Cloaca maxima bei Punkt 10, gegen Westen gesehen.

der in Köln bei der Altebnrg aufgedeckt wurde. Interessant ist sowohl die angewandte Querschnittsform als die Einbettung des Kanals in blauen Thon. Ein anderer in der Budengasse gefundener Gang ist aus Tuffsteinqnader ausgeführt und durch ein halbkreisförmiges Gewölbe geschlossen. Die Höhe beträgt 2,45 m, die Breite 1,20 m. Die Ansichten über den Zweck dieses Kanals gehen dahin, dass er wahrscheinlich zu Vertheidigungszwecken gedient haben dürfte.

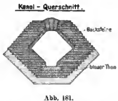


Abb. 181.
Römischer Entwässerungskanal in Köln.

Gleich den modernen Grossstädten war das antike Rom mit öffentlichen Latrinen ausgestattet. Bereits in der Rede des Titins für die lex Fannia geschieht der Bedürfnissanstalten Erwähnung. Auch seitens Privater wurden später derartige Anstalten zum öffentlichen Gebrauch errichtet, dieses Unternehmen wurde von Vespasian besteuert. Nach Overbeck waren die Thermen von Pompeji mit Closets und Pissoirs mit Wasserspülung versehen.

Diese öffentlichen Latrinen wurden fast ausschliesslich von den Unbegüterten benutzt. Die Frage, ob dio Privathäuser mit Latrinen ausgestattet waren, hat eine sehr verschiedene Beantwortung gefunden. Manche Schriftsteller sind der Ansicht, dass zur Aufnahme der Fäkalien vasenartige Gefässe in Gebrauch waren, die von den Sklaven entleert wurden. Ueber den Ort dieser Entleerung gehen die Meinungen ebenfalls auseinander.

Für Pompeji speciell ist dagegen nachgewiesen, dass fast alle Häuser eine Latrine besassen, die sich stets in der Nähe der Küche befand. Die Fäkalien wurden in Gruben gesammelt, über deren Verbindung mit Kanälen jedoch bisher nichts zu ermitteln gewesen ist. In den meisten Fällen dürfte sich das niedere Volk der Fäkalien dadurch entledigt haben, dass es dieselben auf die öffentlichen Wege warf, wie solches nach den übermittelten Nachrichten im Mittelalter gang und gäbe war.

Die Hausabwässer wurden jedenfalls wohl ziemlich ausnahmslos auf die Strasse geleitet, von wo aus sie in die Kanäle, Wasserläufe oder Gräben abflossen.

Ueber die zur Ausführung gekommenen Gefällsverhältnisse, die Ventilation der städtischen Kanäle und über eine etwaige Verhütung des Austretens der Kanalgase oder deren unschädliche Abführung liegen bisher Mittheilungen nicht vor. Dagegen weiss man, dass in Rom und in einigen anderen Städten (z. B. Seleucia Pieria) eine regelmässige Spülung des Kanalsystems vorgeschrieben und dass die Verwaltung der Wasserwerke der Stadt Rom verpflichtet war, jederzeit einen bestimmten Ueberschuss an Leitungswasser zu diesem Zwecke zur Verfügung zu halten.

Eine hierauf Bezug nehmende Verfügung von Frontin hat den folgenden Wortlaut: „Ich will, dass Niemand überschüssiges Wasser ableite, wenn er hierzu nicht meine besondere Erlaubniss oder diejenige meiner Vorgänger erhalten hat, denn es ist nöthig, dass ein Theil der von den Wasserschlössern abfliessenden Wassermenge nicht nur für die Reinhaltung unserer Stadt, sondern auch noch zum Spülen der Kanäle benutzt wird."

Die Ausmündungsstellen der antiken Kloakenanlagen in die Flüsse etc. lagen ausnahmslos innerhalb der betreffenden Stadtgrenzen. Diese Anordnung muss mancherlei Uebelstände im Gefolge gehabt haben. In Rom wurde bei hohem Wasserstande des Tibers der Kloakenstrom zeitweilig zurückgestaut; die starke Verunreinigung des Flusses scheint hier zur Anlage des sogenannten Badeteiches geführt zu haben.

h) Strassenreinigung.

Was die allgemeine Reinhaltung der Städte, insbesondere die Reinigung der Plätze und Strassen anbetrifft, so dürfte sie viel zu wünschen übrig gelassen haben. Nach einem aufgefundenen Beschluss, der im Jahre 320 v. Chr. unter dem Archontat des Neaichmos und auf Antrag des Redners Demades gefasst wurde, waren hinsichtlich des Verbotes der Verunreinigung der Strassen bei den Athenern die folgenden Bestimmungen erlassen: „Diejenigen, welche Schutt auf die Strasse geworfen haben, sollen angehalten werden, ihn wieder fortzuräumen, und damit Alles in gutem Zustande bleibe, werden die mit Strafen bedacht, die etwa später Schutt oder Koth auf Markt und Strassen werfen sollten."

Von den traurigen Zuständen Plateas in Bezug auf die öffentliche Reinlichkeit hat Thukydides eine Schilderung entworfen.

Es scheint, dass insbesondere auch in Rom die Unsauberkeit der Strassen eine sehr grosse war, und dass dieselbe unaufhörliche Waschungen erforderlich machte. Frontin erachtete es als ein besonderes Verdienst der Regierung Nervas, diesen wichtigen Gegenstand einer städtischen Verwaltung der Verbesserung entgegengeführt zu haben. Er schreibt: „Der Gesundheitszustand hat sich schon geändert, die Luft ist reiner. Die Ursachen dieser schlechten Luft, dieser schädlichen Luft der Stadt unserer Väter sind vernichtet.“ In welcher Weise diese Spülungen erfolgten, ist nicht bekannt. Das Wasser floss vermuthlich in Strömen durch die Strassen und um die Fahrdämme überschreiten zu können, waren erhöhte Trittsteine in denselben angeordnet. Bei dem geringen Wagenverkehr waren diese Spülungen nicht so lästig, wie solches heute der Fall sein würde.

Auch in Nablûs in Palästina flossen in der regenreichen Jahreszeit die Wasserströme durch die Strassen, sodass sie nur auf erhöhten Trottoirs oder auf den aus dem Pflaster hervorragenden Steinen des Fahrdamms zu passiren waren.

Ueber die zu den Reinigungsarbeiten und Strassenbauten verwandten Menschen erhalten wir durch einen Brief Trajans an Plinius Kunde. Trajan schreibt: „Du wirst Dich erinnern, dass Du aus dem Grunde in jene Provinz gesendet wurdest, weil sich in ihr Vieles zu verbessern zeigte. Insbesondere wird aber auch das abzustellen sein, dass die zu einer Strafe Verurtheilten nicht nur, wie Du schreibst, auf eine gesetzliche Weise befreit, sondern auch in den Stand rechtschaffener Diener zurückversetzt werden. Wer also von diesen in den letzten Jahren Verurtheilten nicht auf eine gesetzliche Weise befreit wurde, muss wieder unter die Sträflinge versetzt werden, finden sich aber Aeltere und Greise, die schon vor 10 Jahren verurtheilt wurden, so wollen wir diese zu solchen Diensten verwenden, welche ihrer Strafe nahe kommen, denn dergleichen Leute pflegt man bei Bädern zur Reinigung der Kloaken, desgleichen zum Strassen- und Pflasterbau zu gebrauchen.“

Für die Verwaltungsgeschäfte der Strassenreinigung Roms waren zwei Kollegien bestellt, deren Entstehung jedoch unbekannt ist. Dieselben werden zuerst in dem Municipalgesetz Cäsars vom Jahre 47 v. Chr. erwähnt und es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass Cäsar sie eingesetzt hat. Die Sorge für die Reinigung der Strassen innerhalb der Stadtmauern lag hiernach den Viermännern, ausserhalb der Stadt bis zum ersten Meilenstein den Zweimännern ob. Augustus schaffte die Letzteren ab, da infolge der Einsetzung der Curatores viarum das Geschäft derselben in die Kompetenz dieser Beamten fiel, indem diesen die Chausseen, welche an den Stadtmauern endigten, unterstanden. Es ist nicht bekannt, ob in der Kaiserzeit für die Reinigung der Strassen Roms eine besondere kaiserliche Verwaltung bestanden hat.

Ergebnisse des fünften Kapitels.

Das einflussreichste Moment bei den ersten Städtegründungen war die Möglichkeit der Befriedigung des Schutzbedürfnisses. Im Laufe der Entwicklung gesellten sich hierzu die Rücksichtnahmen auf die Lage des zu wählenden Platzes an einem Flusse, oder einem Flussübergang oder hinsichtlich seiner mehr oder minder günstigen Lage in verkehrlicher Beziehung überhaupt. Eine massgebende Einwirkung der Gestalt des Bodens auf die Gestaltung der Stadt war bei den babylonischen und ägyptischen Städten ausgeschlossen. Diese Beeinflussung tritt erst hervor in den Städten Syriens, Kleinasiens, Griechenlands und Italiens. Die Natur übernahm hier einen Theil des Schutzes. Das Stadtbild wurde zwar ein weniger gleichmässiges, aber die hier entstandenen Städte waren mit dem Boden, dem sie entsprossen, innig verbunden. Die Uebertragung der regelmässigen orientalischen Städteform nach dem Westen und die Veredlung derselben durch den künstlerischen Sinn der Griechen führte zu der höchsten Vollendung der antiken Städtebaukunst, die hervorragende Leistungen hervorbrachte. An dieser Stelle soll jedoch weniger der künstlerischen Gestaltung der Städte, als vielmehr ihrer inneren technischen Ausgestaltung zusammenfassend gedacht werden.

Bei einem Vergleiche der Errungenschaften des Alterthums in den verschiedenen Zweigen des städtischen Tiefbauwesens gegenüber unserer Zeit muss bekannt werden, dass ein solcher Vergleich zu Ungunsten des Alterthums ausfallen muss. Während die Wegebauten und zahlreiche Schöpfungen auf dem Gebiete des Bewässerungswesens, des Brückenbaues und des Hafenbaues, wie nicht minder die Anlagen zur Wasserversorgung sehr wohl neben modernen Werken zu bestehen vermögen, kann ein gleiches von der gesammten technischen Ausgestaltung der antiken Städte nicht behauptet werden. Den antiken Grossstädten mangelten zwei der wesentlichsten Erfordernisse jeder modernen grösseren Stadt, die Beleuchtung und die Ausbildung der Verkehrsverhältnisse, wie solche sich in dem städtischen Schnellverkehr verkörpert. Die Befestigung der Strassen fehlte zwar nicht ganz, doch ist es ausser Zweifel, dass die antiken Strassenpflasterungen vielfach zu wünschen übrig liessen. Ebenso ist es sicher, dass den Forderungen der Hygiene in zahlreichen modernen Städten in einem viel weitgehenderem Mafse Rechnung getragen wird, als solches von den antiken Städten behauptet werden kann. Das Kanalisationswesen hat eine Ausbildung erlangt, die dem Alterthum unbekannt geblieben ist. So bewunderungswerth nach manchen Richtungen hin die frühzeitige Schaffung der Cloaca maxima ist, und so viel Anerkennung diesem Bau auch gezollt werden kann, so ist es doch gewiss, dass er in sanitärer Beziehung zu manchen Aussetzungen Anlass geben musste. Die oft gepriesenen und in den Himmel gehobenen Wasserversorgungsanlagen der antiken Städte, die in der That bewunderungswerth sind und deren Beschreibung das nächste Kapitel gewidmet ist, haben bei Licht besehen, verhältnissmässig wenig zur Reinlichkeit der Städte beigetragen und durchaus in dieser Beziehung nicht die Bedeutung gehabt, die ihnen vielfach angedichtet wird.

Litteratur-Nachweis zum fünften Kapitel.

Ritter, Erdkunde, IX. Theil. XVII. Theil, 2. Abtheilung.
Layard, Niniveh and Babylen.
Jnsti, Babylen (Ausland 1866).
Delitzsch, Ein Gang durch Babylen (Daheim 1884).
Kiepert, Neue Aufnahmen der Engländer in Assyrien (Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, Neue Folge, 1. Bd., 1856).
Perrot and Chipiez, Geschichte der Kunst im Alterthum. Aegypten, Bearbeitet von B. Pietschmann.
Maspero, L'archéologie égyptienne.
Schleiden, Die Landenge von Suês.
Brugsch-Pascha, Die Felsenstadt Petra (Vem Fels zum Meer, 2. Bd., 1887).
Baumeister, Denkmäler des klassischen Alterthums.
Hirschfeld, Die Entwicklung des Städtebaues (Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 1890).
Curtius, Grosse und kleine Städte.
— Beiträge zur Geschichte und Topographie Kleinasiens (Abhandluagen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1872).
— Zur Geschichte des Wegebaues bei den Griechen (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1854).
— Ueber die Märkte hellenischer Städte (Archäologische Zeitschrift, 1848).
Hirschfeld, Die Peiraieusstadt (Berichte über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, 1876).
Schick, Die Baugeschichte der Stadt Jerusalem (Zeitschr. d deutschen Palästina-Vereins, 1894).
Perrot et Chipiez, Histoire de l'art dans l'antiquité (Judée. Tome IV).
Ritter, Ueber einige verschiedenartige charakteristische Denkmale des nördlichen Syriens (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1854).
Ross, Reisen auf den griechischen Inseln des ägäischen Meeres, 2. Bd.
Curtius, Adler and Hirschfeld, Die Ausgrabungen von Olympia, Bd. 5.
Alterthümer von Pergamon, Bd. 1 u. 4.
Kiepert, Zur Topographie des alten Alexandrias (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1872).
Erdmann, Zur Kunde der hellenistischen Städtegründungen.
Memmsen, Zum römischen Strassenwesen (Hermes, 12. Bd).
Mittheilungen des Kaiserl. Deutschen Archäologischen Instituts (Römische Abtheilung, Bd. 6). Desgl., Bd. 10 (A. Schneider, Aus Roms Frühzeit).
Jahrbuch des Kaiserl. Deutschen Archäologischen Instituts, Bd. 12, 1897.
Wood, The Ruins of Palmyra.
Hoernes, Die Urgeschichte des Menschen nach dem heutigen Stande der Wissenschaften.
Durm, Die Baukunst der Etrusker und Römer (Handbuch der Architektur, 2. Bd.).
Jordan, Topographie Roms.
Nissen, Pompeianische Studien.
Marggraff, Das römische Kastell in Deutz (Centralblatt der Bauverwaltung, 1882).
Das Saalburg-Kastell (Centralblatt der Bauverwaltung, 1894).
Narducci, Sulla fognatura della citta di Roma, descrizione tecnica.
Richter, Die Cloaca maxima in Rom. (Antike Denkmäler, herausgegeben vom Kaiserl. Deutschen Archäologischen Institut, Bd. 1. Berlin 1889).
Pöhlmann, Die Uebervölkerung der antiken Grossstädte.
Sitte, Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen.
Köln und seine Bauten, herausgegeben vom Architekten- und Ingenieur-Verein für Niederrhein und Westfalen, 1888.
Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande, Heft LXXXII.
Stübben, Der Städtebau.
Aesta, Die Stadt und ihre Bauwerke (Centralblatt der Bauverwaltung, 1897).

Sechstes Kapitel.

Wasserversorgungsanlagen.

1. Allgemeines.

Die Versorgung der menschlichen Ansiedlungen mit Wasser ist ein Gebiet der Ingenieurtechnik, auf welchem im Alterthum ganz ausserordentlich zahlreiche und hervorragende Schöpfungen hervorgebracht wurden, welche Werke in erster Linie den Ruhm der antiken Ingenieure begründeten.

Die erste Wasserversorgung erfolgte jedenfalls in der natürlichsten Weise, das heisst durch unmittelbare Entnahme des Wassers aus Quellen oder Wasserläufen. Das aus der Quelle hervorsprudelnde Wasser musste auf den Gedanken der künstlichen Brunnen führen, über deren erstes Entstehen allerdings keine bestimmten Nachrichten vorliegen, jedoch ist es sicher, dass diese Art der Wasserversorgung sehr alt ist. Bereits frühzeitig wurden die Rolle am Kloben, Seile und Eimer benutzt, um das Wasser aus Brunnen an die Oberfläche zu schaffen. Eine Vertheilung dieses Brunnenwassers erfolgte soweit es zum Gebrauche der Menschen benutzt wurde, wohl in der Regel durch Tragen gefüllter Wasserbehälter, eine Vertheilungsweise, die bis zum heutigen Tage überall auf der Erde anzutreffen ist. Geschah die Wasserversorgung aus Flussläufen, so war die Vertheilung durch Herstellung von Seitenkanälen möglich und ist vielfach zur Ausführung gekommen. Ein weiterer Schritt in dem Entwicklungsgange war es, als man dazu überging, das Wasser zu sammeln und aufzustauen, sei es, dass man in den Wasserläufen künstliche Dämme einbaute, sei es, dass man direkt die Quellen abfing oder Cisternen anlegte. Man erhielt hierdurch die Möglichkeit, das Wasser innerhalb gewisser Grenzen nach Belieben leiten zu können. Man folgte mit den Leitungen der natürlichen, vorliegenden Gestaltung der Erdoberfläche. Mit Rücksicht auf die fast beständige Kriegsgefahr wurden diese Leitungen in vielen Fällen unterirdisch geführt, durch diese Anordnungsweise konnte gleichzeitig einer Verunreinigung am wirksamsten vorgebeugt werden. Eine der bedeutsamsten Erfindungen war es, als

man erkannte, dass es nicht nur möglich sei, das Wasser abwärts, sondern auch, wenn nur die richtigen Vorkehrungen getroffen wurden, aufwärts zu leiten. Ob man in den ummauerten Quellen, bei welchen durch die Ummauerung das Wasser hochgetrieben wurde, die erste Anwendung dieser Erfindung zu erblicken hat, muss dahingestellt bleiben. Derartige Brunnen finden sich mehrfach in Syrien. Von dem Princip des Hebers machten in der Folgezeit die Griechen bei einzelnen der stattlichen Anlagen, die durch dieses Volk geschaffen wurden, Gebrauch. Allerdings war, da die geeigneten Hilfsmittel, Röhren von genügender Stärke, nicht zur Verfügung standen, die Anwendung dieses Princips nur innerhalb gewisser Grenzen möglich. Die neuere Forschung hat jedoch gezeigt, dass diese Grenze durchaus nicht so eng zu ziehen ist, wie man früher glaubte solches thun zu müssen. Die Hochdruck-Leitung von Pergamon war einem Druck von 20 und die römische Wasserleitung von Alatri einem solchen von etwa 10 Atmosphären ausgesetzt. Wenn auch die Römer, wie einzelne ihrer Schöpfungen, so Alatri, Lyon, Aspendus zeigen, gleichfalls von dem Princip des Syphons Gebrauch gemacht haben, so nahmen sie doch im Grossen und Ganzen Abstand von demselben. Vom technischen Standpunkte aus bedeutet das Princip der Römer, die Wasserleitungen fast unabhängig von der Bodengestaltung zu führen und weder die Durchstechung von Bergen noch die Herstellung gewaltiger Aquädukte zu scheuen, unbedingt einen Rückschritt. Der römische Archäologe Lanciani führt die starre Durchführung des römischen Princips der Wasserleitungsführung auf den Mangel an eisernen Röhren zurück. Auf die Ansichten Belgrands über diesen Punkt wird weiterhin näher eingegangen werden.

Auf die Art der Wasserversorgung üben die natürlichen Verhältnisse einen massgebenden Einfluss aus. In Gebirgsländern ist die gegebene Art der Wasserversorgung die durch Quellwasser, eine Versorgungsweise, die für Tiefländer meistens vollständig ausgeschlossen ist. Für die Letzteren bleibt in der Regel nur eine Flusswasserversorgung übrig. Fehlen Quellen und Wasserläufe überhaupt, so vermag der Mensch nur durch eine künstliche Sammlung des Niederschlagswassers sich das für seine Lebenserhaltung unentbehrliche Element zu verschaffen. In derartigen Gegenden findet man daher in grosser Zahl Cisternen, deren Anlage auch an der Meeresküste nicht selten nöthig wird.

Im allgemeinen lässt sich der nachstehend angegebene Entwicklungsprocess verfolgen.

Mit zunehmendem Wachsthum der Städte erwies sich überall, falls die Wasserversorgung durch Brunnen und Cisternen erfolgte, diese Versorgungsweise als nicht ausreichend. Es musste auf die Zuführung grösserer Wassermassen Bedacht genommen werden, was durchgängig durch die Abfangung von Quellen und Leitung dieses Wassers nach den Städten oder durch eine unmittelbare Entnahme des Wassers aus benachbarten Wasserläufen geschah.

Wie sich die Wasserversorgungsanlagen bei den einzelnen Völkern gestalteten, lassen die nachstehenden Angaben erkennen.

2. Wasserversorgungsanlagen in Babylonien und Assyrien.

In Mesopotamien geschah die Wasserversorgung der Städte und der sonstigen menschlichen Ansiedlungen in ganz derselben Weise wie in anderen Tiefländern, z. B. Aegypten, d. h. im Grossen und Ganzen durch Flusswasser. In der Hauptsache wurde das Trinkwasser dem Euphrat und Tigris und den von diesen Flüssen abzweigenden Kanälen entnommen. So erwähnt Layard einen von enormen Ufermauern eingefassten Kanal, der sich in gerader Linie nach den Ruinen von Niffer hinzieht und seiner Ansicht nach einst zur Wasserversorgung dieser Stadt diente. Die dereinst von Babylon bedeckte Fläche zeigt, dass sie von einer grossen Anzahl Kanäle durchschnitten war, aus welchen die Bewohner ihren Wasserbedarf gedeckt haben werden. Von den Wassergräben, die einst das Wasser des Euphrats den berühmten hängenden Gärten zuführten, sind noch die Spuren erkennbar. Da diese Gärten, deren Flächen mit verlötheten Bleiplatten belegt gewesen sein sollen, eine reiche Bepflanzung zeigten und selbst auf den höchsten Terrassen Bäume standen, in deren Schatten Alexander der Grosse Labung in seinem Fieberzustande suchte, so ist eine künstliche Bewässerung unerlässlich gewesen. Strabo berichtet, dass diese Gärten fortwährend durch Pumpwerke bewässert worden seien. Die gesammte Hubhöhe schätzt man auf 92 m und nimmt an, dass zum Heben des Wassers Eimerwerke benutzt worden sind.

Das Tigriswasser eignet sich nicht sehr zu Wasserversorgungszwecken und die Sorge der Bewohner des alten Assyriens war daher darauf gerichtet, hierfür Ersatz zu schaffen, den sie in den kleineren Süsswasserbächen fanden, deren Wasser sie in geregeltem Laufe ihren Hauptstädten zuführten. In Ninive wurde diese Aufgabe durch das Vorhandensein des Flüsschens Khôser ausserordentlich erleichtert. Das Wasser des Khôsers wurde, wie die Reste der betreffenden Anlagen erkennen lassen, gleichzeitig zur Füllung des die Stadt umgebenden, zum Theil aus dem felsigen Untergrund gehauenen Grabens benutzt. Die Wasservertheilung innerhalb der Stadt erfolgte durch Kanäle, die sich durch die Stadt verbreiteten. In wie weit mit diesen Anlagen die von Layard beschriebene assyrische Wasserleitung zusammenhing, ist unbestimmt. Der genannte Forscher fand bei Bavian die Ueberreste einer Reihe von in den Felsen gehauenen Wasserbecken, die stufenweise nach dem Flusse Gomel hinabführen. Das Wasser wurde durch kleine Rinnen aus einem Becken in das andere geleitet. An dem untersten Wasserbecken sind zwei springende Löwen in Relief (s. Abb. 182) angebracht. Vermuthlich steht diese Anlage mit der unter Senacherib (704—681 v. Chr.) erbauten Wasserversorgung von Ninive in Verbindung. In der sogenannten Inschrift von Bavian, welcher Ort etwa 17 km nordöstlich von Khorsabad liegt, wird berichtet, dass der genannte Fürst, um Ninive mit gutem Wasser zu versehen, einen bei der Stadt Kisri beginnenden und sich bis Ninive hinziehenden Kanal, der von dem Nebenfluss des Tigris,

Khûsur (Khôser?), gespeist wurde, graben und ausserdem noch 18 Ortschaften in der Ebene nord- und ostwärts von Ninive in der Richtung nach Bavian zu durch 18 gleichfalls mit dem Khûsur in Verbindung gesetzte Kanäle mit Trinkwasser versorgen liess. Die Spuren dieser Kanäle sind bisher nicht mit Sicherheit zu ermitteln gewesen.

Die Wasserversorgung der heute von den Arabern mit dem Namen Nimrud bezeichneten Stadt war schwieriger. Gebirgswasser boten hier allein die in grosser Entfernung befindlichen Flüsse, der grosse Zâb und dessen nördlicher Nebenfluss Ghâzir, die trotz der Entfernung und trotz der Schwierigkeit der Zuleitung zur Wasserversorgung thatsächlich herangezogen wurden. Aus beiden Wasserläufen wurde mittelst eines über 45 km langen Kanals, der an einzelnen Stellen bis 40 Fuss tief in den harten Muschelkalkstein eingearbeitet ist, das



Abb. 182.
Assyrische Wasserleitung bei Bavian.

Wasser nach der Stadt geleitet. Der Zuleitungskanal besitzt eine sehr gewundene Trace, die von der geschicktesten Benutzung des Terrains Zeugniss ablegen soll.

Auch Brunnen kamen in grösserer Zahl zur Ausführung. So berichtet Assurnâssirpal (884—860 v. Chr.) in seiner grossen Inschrift, dass er einen 80 tepki tiefen Brunnen habe graben lassen, um einen Tempel mit Wasser zu versorgen. Am Ostende des bei Kalakh belegenen Hügels hat Rassam einen tiefen Brunnen aufgefunden, in dessen Umgebung deutliche Spuren von Rohrleitungen und Aquädukten erkennbar sind. Auch in Ninive hat man die Ueberreste eines Brunnens entdeckt.

Die Brunnen Mesopotamiens sind zum Theil sehr tief, und nicht selten führen zu denselben steile Treppen hinab. Im allgemeinen wurde jedoch das Wasser gehoben, wobei man sich frühzeitig, wie die Abbildungen zeigen (s. auch Abb. 5), der über Rollen laufenden Seile bediente. In der Tigris-Ebene ist das Wasser dieser Brunnen jedoch selten süss.

Zu den mannigfachen Baufunden von Sendschirli gehören Reste einer aus Thonröhren hergestellten Wasserleitung. Die Rohre haben einen inneren Durchmesser von 11 cm und eine Rohrlänge von 30 cm, ausserdem eine 5 cm lange Nase auf der einen Seite, die in den Falz des Nachbarrohres eingreift. Die Wandstärke ist 2 cm. Die Fugendichtung ist mittelst Thon erfolgt. Die Leitung beginnt in einer Ecke der Stadtmauer und läuft dann theils neben dieser, theils innerhalb der Fundamente und kommt erst in der Mitte des äussersten Thurmes wieder zum Vorschein. Beim Beginn in der Mauerecke ist der Lauf durch eingesetzte Scheiben unterbrochen; unmittelbar vor diesem Abschluss ist auf beiden Seiten ein Rohr senkrecht in die Höhe geführt. Die Leitung stieg hiernach in die Höhe und fiel alsdann wieder, sodass hier gleichsam ein Ueberfall hergestellt war. Koldewey spricht die Vermuthung aus, dass durch den Ausfluss vielleicht an der Stadtmauerecke ein Brunnen auf der Mauerkrone und durch einen Ausfluss an der Thorfront ein zweiter Brunnen gespeist worden sei. Diese Anlage dürfte aus der Zeit des 6. oder 5. Jahrhunderts stammen.

3. Wasserversorgungsanlagen der Aegypter.

Es ist zunächst eine befremdende Erscheinung, dass sich in Aegypten bisher das Vorhandensein besonderer Wasserversorgungsanlagen der Städte nicht hat nachweisen lassen. Bei der Gestaltung dieses Landes und bei dem Fehlen von Quellen und dem seltenen Eintreten von Niederschlägen musste die Flusswasserversorgung naturgemäss hier die Hauptrolle spielen. Die Anlage von Aquädukten ist bei den Gefällsverhältnissen des Landes ohne künstliche Wasserhebung unausführbar, sodass die Wasserzuführung nach den vom Nil entfernten Städten und in die Städte selbst nur durch Zuleitungskanäle möglich war, die direkt vom Nil abzweigten. Dieselbe Art der Wasserversorgung ist später durch die Griechen in Alexandria zur Ausführung gekommen. Das durch den in weit späterer Zeit erbauten Aquädukt von Kairo fliessende Wasser wird künstlich gehoben.

Strabo giebt Mittheilungen über die Wasserversorgungsweise der am Nil belegenen Festung Babylon. Danach lief hier von dem Nil bis zur Stadt ein Bergrücken, in welchem ein Kanal angeordnet war, in welchen Schöpfräder und Wasserschnecken das Wasser aus dem Strom emporhoben. Diese Wasserhebungsmaschinen wurden durch 150 Sträflinge in Bewegung gesetzt.

Reuleaux ist der Ansicht, dass die Aegypter frühzeitig die Kunst des Brunnengrabens gekannt haben, und dass die Brunnen in den Oasen zum grösseren Theil Menschenwerk seien. Diese Wüstenbrunnen sind 60 bis 80 Fuss tief durch den Wüstensand als runde Schächte niedergetrieben und an den Wänden mit Palmholzstäben ausgekleidet. In der genannten Tiefe stösst man auf eine harte Kalkschicht, in welcher ein einige Zoll weites Loch hergestellt wird. Die wasserführende Schicht findet sich in einer Tiefe von 300—500 Fuss.

Ueber grössere Brunnenanlagen liegen eine Anzahl Nachrichten vor, deren älteste aus der Zeit um das Jahr 2500 v. Chr. stammen. So liess nach einer auf dem Felsen des Eilandes von Konosso gefundenen Inschrift Neb-cher-ra Mentuhotep einen tiefen Brunnen graben, um allen Pilgern, dem Lastvieh und allen Männern, welche in dem heissen Thale Steine zu brechen hatten, einen Labetrunk zu spenden. Unter Usurtesen I. (etwa 2000 v. Chr.) führte dessen Oberbaumeister Mentuhotep einen Brunnen aus, von dem man glaubt, dass es derselbe sei, von dem Strabo berichtet. Dieser erzählt, dass in dem Memnonium von Abydos ein Brunnen sei, zu dem man durch niedergebogene Gewölbdecken niedersteige und dass dieser Brunnen sich sowohl durch seine Grösse als durch seine Bauweise auszeichne. Die auf der Strasse von Koptos nach Kosseyr unter Sanchkara erbauten vier Brunnen sind noch heute in ihren Resten nachweisbar. Der König Mineptah I. Seti I. (1366 v. Chr.) liess in den wasserlosen Gebirgsländern, in welchen die Goldgruben lagen, Brunnen schaffen, so in der wüsten, auf der Ostseite des Nils gegenüber von Edfn liegenden Landschaft. Eine an einem kleinen Felsentempel hier gefundene Inschrift lautet wie folgt: „Der König Seti hat solches gethan zu seinem Gedächtniss für seinen Vater Amon-ra und seine Mitgötter, indem er ihnen nen erbaute ein Hans, in dessen Innerem die Gottheiten voller Zufriedenheit weilen. Er hat den Brunnen bohren lassen für sie. Solches ist niemals vollbracht worden von irgend einem Könige, ihn, den König ausgenommen. Ein gutes Werk hat also gethan der König Seti, der wohlthätige Wasserspender, welcher das Leben fristet seinem Volke, er, der Vater und Mutter für Jedermann ist. Sie sprechen vom Munde zu Munde: Amon schenke ihm (ein langes Dasein), vermehre ihm die ewige Dauer. Ihr Götter vom Brunnen! gewährt ihm eure Lebenszeit, dieweil er uns gebahnt hat die Strasse zum Betreten, und geöffnet hat, was verschlossen da lag vor unserem Angesicht. Nun können wir hinaufziehen wohlbehalten und können erreichen das Ziel und bleiben leben. Die schwierige Strasse liegt offen da vor uns und gut geworden ist der Weg. Nun kann hinaufgeführt werden das Gold, wie es der König und Herr geschaut hat. All' die (lebenden) Geschlechter und die, welche dereinst sein werden, sie werden für ihn erbitten ein ewiges Gedächtniss. Er feiere die dreissigjährigen Jubelfeste wie Tum, er blühe wie Horus von Apollinopolis, darum weil er gestiftet hat ein Denkmal in den Ländern der Götter, weil er hat Wasser bohren lassen auf dem Gebirge."

Der Brunnen hatte eine Tiefe von mehr als 120 Ellen (= 63 m), doch versiegte er bald, und der Bergbau musste wieder aufgegeben werden. Der Nachfolger Seti des Ersten, Ramses II. (1333 v. Chr.) scheint mehr Glück gehabt zu haben, da nach einer weitläufigen Inschrift der auf seine Veranlassung gegrabene Brunnen Wasser gespendet zu haben scheint.

Ramses III. (1200 v. Chr.) liess an der Ostgrenze seines Landes einen mächtigen Brunnen graben und ihn mit starken Befestigungen umgeben. Die Mauern hatten eine Höhe von 30 Ellen (= 15,75 m).

4. Wasserversorgungsanlagen der Chinesen.

Unsere Kenntnisse über antike chinesische Schöpfungen der städtischen Wasserversorgung sind bisher sehr dürftig. Frühzeitig scheinen die Chinesen die Kunst des Brunnengrabens gelernt und es in dieser Kunst zu sehr bedeutenden Leistungen gebracht zu haben, da sie Brunnen bis zu 500 m Tiefe schufen. Zum Schöpfen des Wassers aus diesen tiefen Brunnen benutzten sie Gefässe, die an einem Seil befestigt waren, das auf einer konischen Seiltrommel auflief. Auch die Differentialwinde, welche den Chinesen ihre Entstehung zu danken hat, kam in frühen Zeiten bereits zur Verwendung.

5. Wasserversorgungsanlagen der Phönizier und die sonstigen Anlagen dieser Art in Syrien, mit Ausnahme der griechischen und römischen Schöpfungen.

Die Wasserversorgungsanlagen Syriens zeigen eine weit grössere Mannigfaltigkeit in ihrer Anordnung, als die in den bisher betrachteten Ländern entstandenen Schöpfungen auf diesem Gebiete, welche Erscheinung auf die natürlichen Verhältnisse zurückzuführen ist. Das Alter dieser Werke ist zum Theil ein sehr hohes. Der Einfluss der Phönizier ist bei der Entstehung mancher derselben nachweisbar, die ältesten Wasserwerksanlagen Syriens dürften von diesem Volke geschaffen sein.

Zu den bemerkenswerthesten Anlagen gehören die Brunnen von Tyrus, in Wirklichkeit Quellen, deren Wasser nach der genannten Stadt geleitet wurde.

Die Bezeichnung dieser Quellen (Abb. 183) ist Ras-el-Ain (d. h. Haupt der Quellen), sie liegen von Tyrus etwa eine halbe Meile entfernt. Die noch jetzt vorhandenen vier grossen Brunnen sind jedoch nicht schachtartig in die Tiefe gesenkt, vielmehr am Bergesfusse in der Ebene künstlich aus Stein hergestellt, und zwar beträgt die Höhe dieser Aufmauerung 15—20 Fuss. Sie besteht in einem Gusswerk aus grobem Sand und kleinen Steinen. Das grösste Bassin hat eine achteckige Form von etwa 18 m Abstand der gegenüber liegenden Seiten und 8,4 m Seitenlänge. Die Stärke der Wände beträgt etwa $3^1/_2$ m. In diesen Brunnen steigt das Wasser, das von dem Abhange des Libanon kommt, hoch und fliesst am obern Rande ab. Die abfliessende Wassermenge ist so bedeutend, dass durch sie ehemals sechs Mühlen getrieben wurden.

Südöstlich von dem grossen Brunnen *A* befinden sich zwei kleinere (*B*). Ein weiterer Brunnen liegt bei *C*; die Wasserleitung *b* geht nach dem Orte Maschuk, der dem Isthmus von Sour gegenüber liegt.

Die Wasserleitung *d* aus *C* dient jetzt zur Bewässerung der Gärten. Im Alterthum war an der Küstenstrecke von Tyrus im Zusammenhange mit diesen Brunnen ein weitverzweigtes Bewässerungssystem in Funktion, wodurch die Landschaft in üppige Kornfluren und in die schönsten Obstgärten verwandelt

worden war, deren Spuren zur Zeit der Kreuzzüge noch vorhanden waren, zu welcher Zeit das Wasser auf alten phönizischen Anlagen ober- und unterirdisch geleitet wurde. Die Ueberreste der antiken Anlagen, die aus verschiedenen Zeitepochen stammen, lassen sich bis auf eine Entfernung von über 8000 Fuss von Tyrus verfolgen.

Die Anlage des Hauptobjekts dieses Wasserversorgungssystems geht auf die Zeit vor der Belagerung Tyrus durch Salmanassar (um 700 v. Chr.) zurück, indem dieser Fürst nach der Erzählung Menanders von Ephesns während seiner fünfjährigen Belagerung der Stadt diese Brunnen mit ihrer Wasserleitung durch seine Krieger besetzen liess, nm die Tyrier durch Wassermangel zu

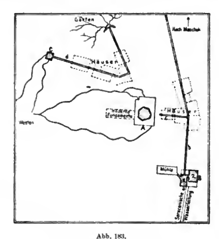


Abb. 183.
Plan von Rass el Ain bei Sour.

ängstigen; auch berichtet der genannte Schriftsteller, dass die Phönizier auf der Insel Gruben zur Ansammlung des Regenwassers gegraben hätten. Da Inseltyrus keine Quellen besass, so ist der Umstand, dass die Stadt eine 13jährige Belagerung durch Nebukadnezar auszuhalten vermochte nür dadurch zu erklären, dass die Tyrier durch nnterseeische Röhren das Wasser der Brunnen nach der Insel zu leiten verstanden hatten.

Noch heute sind auf der Halbinsel Sour zwei künstliche Brunnen vorhanden, die unabhängig von jeder Jahreszeit einen gleichmässigen Stand des Wassers aufweisen, zu dem eine Treppe von 15 Stufen von Ellenhöhe hinabführt. In diesen Brunnen steht das Wasser kaum so hoch wie ein Schöpfeimer ist, doch wird der Inhalt niemals erschöpft. Dieser künstliche Wasserzufluss wurde durch den unter Alexander geschütteten Verbindungsdamm zwischen der Insel und der Stadt in keiner Weise beeinflusst.

Nach den Berichten von Arrian und Pausanias liess Alexander während der Belagerung von Tyrus an einem Brunnen sein Zelt aufschlagen.

Der phönizische Einfluss bei Herstellung der ersten Wasserversorgungsanlagen Karthagos erscheint gegeben. Wie über alle Theile Karthagos ein gewisses Dunkel liegt, so herrscht auch über die Frage der Wasserversorgung manche Unklarheit, die bisher nicht beseitigt werden konnte. Der Werdegang vollzog sich in Karthago in derselben Weise wie in anderen Städten. Zuerst Benutzung von Quellen, dann Anlegung von Cisternen und schliesslich Herleitung des Wassers aus grösserer Entfernung.

Die beiden Quellen, deren Wasser benutzt wurde, liegen am Vorgebirge Bidi Bu Seid. Zu den ältesten Wasserbehältern dürften die sogenannten Cisternen des Teufels zu rechnen sein, die aus 18 langgestreckten, überwölbten, neben einander angeordneten Räumen bestehen. Diese sind unter einander durch einen mittleren Gang verbunden, ausserdem stehen sie durch einen Ringkanal in Verbindung. An den vier Ecken und in der Mitte der Längsseiten befanden sich sechs runde Räume. Ein weiteres grosses Reservoir ist in einer Entfernung von etwa 1200 m vorhanden. Auch dieses gilt für eine punische Schöpfung. Die zuerst genannten Cisternen wurden später mit dem römischen Aquädukt in Verbindung gebracht. Die Frage, ob die etwa 123 n. Chr. durch Hadrian erbaute Wasserleitung nicht Theile einer älteren Anlage in sich schliesst oder eine solche ersetzte, ist bisher noch nicht mit Sicherheit beantwortet. Auf den römischen Aquädukt Karthagos wird später zurückzukommen sein.

Die hervorragendste punische Kolonie auf Sicilien, Motye, entnahm ihr Wasser dem quellenreichen Höhenzug der Regalia. Das Wasser wurde von Osten her der Stadt unter dem Meer in zinnernen Röhren zugeleitet. Von diesen Röhren haben sich einige erhalten. An der östlichen Küste befindet sich ein aus Quadern gemauerter Wasserbehälter, in welchen sich das durch die Röhren zugeleitete Wasser ergoss. Im Innern der Stadt ist eine Cisterne erhalten geblieben, die inwendig mit Stuck ausgekleidet ist. Dieselbe besitzt einen weiten Bauch und einen engen Hals, und steht durch einen Kanal mit einem anderen zerstörten Bauwerk in Verbindung.

Von den Wasserversorgungsanlagen der Juden ist eine grössere Anzahl erhalten geblieben. Einzelne derselben haben bereits im II. Kapitel Erwähnung gefunden. Zu den in Samaria und Judäa belegenen Brunnen kamen aus weiter Ferne die Patriarchen gezogen, um ihre Herden zu tränken. In der Nähe von Sichem liegt der oft genannte Jakobsbrunnen, der eine Tiefe von 23 m besass. Zur Zeit der Herstellung erforderte die Schaffung einer solchen Anlage einen verhältnissmässig sehr grossen Arbeitsaufwand und hierdurch erklärt sich das Ansehen, in welchem dieses und ähnliche Werke standen.

Auf phönizischen Einfluss führt man einen Theil der zur Wasserversorgung von Jerusalem bestimmt gewesenen Anlagen zurück, insbesondere die zwischen

Bethlehem und Hebron belegenen Teiche des Salomo, welche noch heute existiren.

Man weiss, dass König Salomo mit dem phönizischen König Hiram zuerst wegen des Tempelbaues zu Jerusalem in Verbindung getreten war und dass ihm Hiram die zu diesem Bau erforderlichen Cypressen und Cedern, sowie den Baumeister schickte. Auch die Baumeister und Zimmerleute zum Bau der Schiffe sandte Hiram. Der phönizische Einfluss bei der Herstellung der Wasserleitung erscheint daher sehr naheliegend.

Jerusalem musste infolge seiner Lage auf einem Bergrücken auf künstliche Weise mit Wasser versorgt werden. Zu diesem Zwecke schuf man zunächst Cisternen, späterhin wurde durch die Anlegung grösserer Teiche, deren Speisung entweder durch Regen- oder Quellwasser geschah, Fürsorge für die Wasserzuführung getragen. Die antiken Cisternen sind gänzlich aus dem Felsen gehauen und besitzen eine flaschenartige Gestalt, welche Form darauf zurückzuführen ist, dass die obere Felsschicht hart und unter derselben eine weichere Kalksteinschicht lagert. In der oberen Schicht brauchte nur ein etwa 2 Fuss im Durchmesser haltendes Loch eingearbeitet zu werden, in dem weicheren Boden wurde die Oeffnung alsdann erweitert. Die zur Ansammlung des aus dem Gestein rinnenden Wassers bestimmten Cisternen sind in ihrem unteren Theil cementirt. Von den Teichen mögen die nachstehenden erwähnt werden: Birket Isrä il, Birket Hammām el Batrak (Teich des Patriarchenbades) oder Hiskiateich, Birket el-Asbāt oder Birket Sitti Marjam, Siloahteich, Birket es-Sultān und Birket Māmilla.

Da auch die Sammelteiche auf die Dauer nicht genügten, so schritt man zur Schaffung von Wasserleitungen, durch welche Jerusalem aus ziemlich grosser Entfernung Wasser zugeleitet wurde.

Man nimmt an, dass eine dieser Wasserleitungen, diejenige von den Teichen Salomons, dem berühmten Könige (1015—975 v. Chr.) ihre Entstehung verdankt.

Jerusalem besass im Ganzen fünf Wasserleitungen:

1. Die Māmillateich- oder obere Wasserleitung,
2. den Kanal von dem Mariabrunnen nach dem Teiche Siloah im Kidronthale,
3. die sogenannte Nordleitung,
4. die westliche Wasserleitung,
5. die Wasserleitung von den Salomonsteichen, in Verbindung mit der Wasserzuführung aus den Quellen Wādi Bijār und Wādi Arrub.

Von den Wasserleitungskanälen sind nur noch die des Māmillateiches und der Quelle Siloah in Funktion.

Die Māmillateichwasserleitung besteht aus einem einfachen Kanal, der auf der grösseren Strecke gemauert ist. Die Dichtung dieses Kanals wie die der übrigen Leitungsgänge ist durch einen Cementüberzug erfolgt, der aus

einer Mischung von Kalkmörtel und kleingestossenen Ziegelsteinen besteht. Die Leitung führt das Wasser des Teiches Mâmilla nach dem sog. Hiskiateiche. Ob diese Anlage mit dem König Hiskia (728—699 v. Chr.) thatsächlich in Verbindung gebracht werden kann, ist unentschieden. Dass Hiskia jedoch bedeutende Anlagen dieser Art in Jerusalem ausführen liess, ist nach Schick, dem eine eingehende Kenntniss der Wasserleitungen Jerusalems zu danken ist, sicher. So liess Hiskia, um bei Belagerungen dem Feinde ausserhalb der Stadt das Wasser entziehen und es der Stadt erhalten zu können, das Wasser eines Teiches vermittelst eines an der Oberfläche verlaufenden Kanals in die Stadt leiten. Ausserdem liess derselbe eine Quelle abgraben und deren Wasser durch einen unterirdischen Felsenkanal nach der Stadt fliessen. Während die Anordnung des zweiten Kanals eine zweckentsprechende ist, kann ein Gleiches von der erstgenannten Leitung kaum behauptet werden.

Die Leitung von dem Marienbrunnen nach dem Teiche Siloah im Kidronthale bietet eine Reihe interessanter Erscheinungen. Der zwischen den beiden genannten Punkten hergestellte Tunnel zeigt eine stark gewundene Trace. Der Querschnitt ist ein sehr wechselnder und streckenweise so eng, dass der Kanal nur durchkrochen werden kann. Seine Länge beträgt rund 537 m. Die Anlage des einen der beiden Schächte führte Conder darauf zurück, dass durch ihn eine Höhenbestimmung der Tunnelsohle ermöglicht werden sollte. Guthe glaubt, dass der Schacht zur Richtungsbestimmung gedient haben dürfte. Keinerlei Grund spricht dagegen, dass nicht beide Zwecke durch den Schacht erreicht werden sollten; es kommt hinzu, dass jede Schachtanlage den Transport des Ausbruchsmaterials aus dem Tunnel wesentlich erleichterte. Von besonderem Interesse ist der Umstand, dass dieser Tunnel, wie übrigens die meisten antiken Schöpfungen dieser Art, von beiden Seiten vorgetrieben wurde. Die Bestimmung des Treffpunktes war bei der gewundenen Tunnelführung sehr schwierig, ja wie Guthe mit Recht annimmt, in der damaligen Zeit überhaupt nicht ausführbar. Der genannte Forscher schreibt das thatsächlich eingetretene Zusammentreffen der beiden Tunnelstrecken einerseits dem Umstande zu, dass die Tunnelbohrer ebensoweit nach der einen wie nach der anderen Richtung gingen, andererseits und in der Hauptsache dürfte ein Glückszufall dieses Ergebniss herbeigeführt haben. Abb. 184 veranschaulicht den Zusammentreffungspunkt und lässt deutlich das Probiren der beiderseitigen Arbeiterkolonnen, einen Zusammenstoss herbeizuführen, erkennen. Conder schreibt hierüber Folgendes: Die Buchstaben *a, b, c* bezeichnen solche Richtungen des Stollens, welche die von oben arbeitenden Steinmetzen begonnen und dann verlassen haben, als sie das Irrthümliche desselben bemerkten. Die mit *d, e, f, g* bezeichneten Einschnitte und Ecken rühren dagegen von den von unten arbeitenden Steinmetzen her. Bei *c* hat also die erste Gruppe zum letzten Male die Tunnelaxe weiter nach rechts verlegt und arbeitete nun direkt der zweiten Gruppe entgegen, die ihrerseits auch die falsche Richtung aufgab und sich mehr nach rechts wandte.

Der Einschnitt *h* ist nicht von der zweiten Gruppe gehauen, sondern muss von der ersten Arbeiterkolonne hergestellt sein, weil die Spuren der Meissel erkennen lassen, dass die Arbeiter von oben in schräger Richtung nach der Seite hin arbeiteten, nicht aber von unten her in gerader Richtung vorwärts. Der Einschnitt *h* erklärt sich also daraus, dass man sich der Axenveränderung bei *c* wegen genöthigt sah, den Tunnel nach Westen zu erweitern, und dies in der kürzesten und einfachsten Weise that, nämlich vermittelst einer Ecke in der Wand, statt ihre Fläche allmählich mit der veränderten Richtung des Tunnels auszugleichen, wie es bei den Punkten *a* und *f* geschehen ist.

Nach Conders Ansicht haben sich die Arbeiter bei dem Einschnitt *i* getroffen, der von der ersten Gruppe gehauen ist. Diese Annahme stützt derselbe auf eine sich hier findende eigenthümliche Unregelmässigkeit des Tunnels. Bei *i* vermindert sich nämlich die Tunneldecke plötzlich von 4 Fuss 8 Zoll auf das Mass von 3 Fuss 7 Zoll, sodass sich hier eine Differenz in der Höhe von 32 cm findet. Von *g* aus hat es daher den Anschein, als münde ein niedrigerer Kanal in einen höheren. Oberhalb des Punktes *i* hebt sich die Decke wieder etwas, sodass sie im Längenschnitt gleichsam bei *i* einem herunterhängenden spitzen Zapfen gleicht. Abb. 184 lässt deutlich erkennen, dass in der That die Steinhauer, namentlich in dem letzten Theil der Arbeit über die einzuschlagende Richtung geschwankt haben. Die beiderseitig arbeitenden Steinmetzen haben sich ohne Zweifel gesucht, da sie sonst nicht so häufig und in so kurzen Absätzen die Tunnelführung verändert hätten. Das Mittel zum gegenseitigen Auffinden bestand lediglich darin, dass die eine Parthie auf das Klopfen der anderen achtete. Mit dem Vorwärtsdringen konnte dieses Klopfen immer deutlicher vernommen und die einzuschlagende Richtnng immer besser beurtheilt werden, jedoch war dieses Mittel, wie auch die Probestollen zur Genüge zeigen, ein sehr unsicheres.

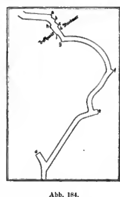


Abb. 184.
Zusammentreffungspunkt der Tunnelstrecke des Siloahkanals.

Das Gefälle des Tunnels beträgt 30 cm, es ist jedoch kein gleichmässiges. Das Niveau der südlichen Hälfte lag ursprünglich höher und wurde nachträglich vertieft. Es kann nicht überraschen, dass eine genaue Festlegung der Tunnelsohle nicht stattgefunden hat. Wären selbst in dieser Beziehung Berechnungen vorgenommen worden, so wäre es mit den damaligen Hülfsmitteln doch nicht möglich gewesen, die Rechnungsergebnisse auf die Ausführung zu übertragen. Conder hält den Siloahkanal für das Produkt einer sehr rudimentären Ingenieurkunst, er glaubt, dass das Gestein auf die Richtung von Einfluss gewesen sei, indem man die weicheren Parthien aufgesucht und verfolgt habe. Den Siloah-

teich selbst hält Guthe für eine Anlage aus nachkonstantinischer Zeit. Neben demselben befindet sich ein zweiter kleiner Teich, der zu der ursprünglichen Anlage gehört haben dürfte.

In dem Siloahkanal wurde eine Inschrift aufgefunden, deren Inhalt zwar noch nicht in allen Theilen mit absoluter Gewissheit feststeht, hier jedoch Wiedergabe finden soll, da sie von dem Zusammentreffen berichtet. Kautzsch hat dieselbe wie folgt übersetzt:

„. . . . . der Durchstich. Und dies war der Hergang des Durchstichs. Als ich . . . . . .

den Meissel einer gegen den andern. Und als noch drei Ellen waren bis . . . da rief die Stimme des einen

dem andern zu, denn es war . . . . im Felsen: Wasser (oder vom Tage . . . . . ?) und am Tage des

Durchstichs schlugen die Mineure einer gegenüber dem andern Meissel auf Meissel und es flossen

die Wasser vom Ausgangspunkt in den Teich in 1200 Ellen und

100 Ellen war die Höhe des Felsens über dem Haupte der Mineurs."

Als Entstehungszeit dieses Werkes wird die Zeit Hiskias angesehen.

Die sogenannte Stadtleitung ist bis jetzt in ihrem Verlaufe nicht genau bestimmt und soll daher auf sie nicht näher eingegangen werden.

Die westliche Wasserleitung läuft auf dem Hügelrücken im Nordwesten der Stadt und endet der Kanal auf der Höhe, sodass die Frage ungelöst ist, woher sie das Wasser nahm. Schick ist der Ansicht, dass die Leitung eine Art Rinnstein bildete, der bestimmt war, das auf dem breiten Plateau des Bergrückens niederfallende Regenwasser aufzufangen und nach der Stadt zu leiten.

Die Wasserzuführung von den Salomonsteichen ist die bedeutendste Wasserleitung Jerusalems und sie verdient wegen der Eigenart der Anlage eine eingehende Beschreibung.

Diese Wasserleitung kommt aus dem südlich von Jerusalem liegenden Landestheil, in welcher Richtung die Wasserscheide allmählich ansteigt. Jenseits Bethlehems tritt sie stark nach Westen zurück und giebt mehreren weitverzweigten Thälern Raum. Diese Thalmulden vereinigen sich später zu zwei nach Osten abfallenden Hauptthälern, dem Wādi Arrūb und dem Wādi Tawāhīn.

Die höchstgelegenen flachen Verzweigungen dieser Thäler enthalten eine Anzahl Quellen, die so hoch liegen, dass ihr Wasser nach Jerusalem geleitet werden konnte. Die erste dieser Quellstellen liegt bei den sogenannten Salomonsteichen, die zweite befindet sich zwei Stunden weiter südwärts (Abb. 185). Die wiederholt genannten Salomonsteiche bilden den Mittelpunkt des ganzen Systems. Die verschiedenen Leitungen brachten sämmtlich ihr Wasser nach dieser Anlage, doch konnte dasselbe auch an den Teichen vorübergeführt werden. Von den Teichen laufen Kanäle nach Bethlehem und Jerusalem, sowie nach dem Frankenberge, dem antiken Herodium.

Die Salomonsteiche (siehe Abb. 186—190) bestehen aus drei grossen, in etwas schräger Richtung hinter und über einander liegenden Becken. Ihre Höhenlage zu einander ist so gewählt, dass der obere Rand des unteren Beckens etwa in der Höhe des Bodens des oberhalb liegenden Teiches liegt (Abb. 187).

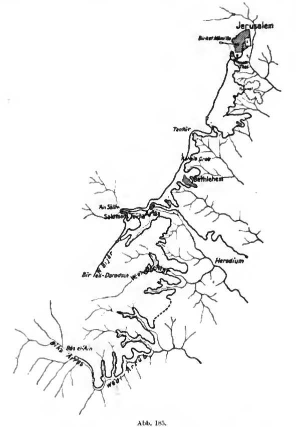


Abb. 185.
Lageplan der Salomonischen Wasserleitung von Jerusalem.

Diese Anordnung gestattete es, die gesammte Wassermenge eines Beckens in das zunächst tiefer liegende fliessen zu lassen. Der obere Teich ist 380 Fuss lang, an der Westseite 229, an der Ostseite 236 Fuss breit und 25 Fuss tief. Die Wandungen sind senkrecht, an der Südostecke befindet sich eine Treppe. Der mittlere Teich ist in der Mittellinie 423 Fuss lang und an der Westseite 160, an der Ostseite 250 Fuss breit. Die Durchschnittstiefe ist 32 Fuss; die

Längswandungen sind senkrecht. Der untere Teich ist der beste und grösste, die Wandungen auf der Nord- und Südseite sind senkrecht, auf den beiden anderen Seiten etwas geneigt. Der Boden fällt von Westen nach Osten in beinahe regelmässigen grossen Terrassen ab, durch eine niedrige Mauer ist der Teich in zwei ungleiche Hälften zerlegt. Das von Westen kommende Wasser sammelte sich zunächst in einem kleinen runden Becken und lief von da in einer Rinne auf der Kante einer im Teiche angebrachten mauerartigen Erhöhung schräg hinab auf den eigentlichen Boden des Teiches. Die Länge des ganzen

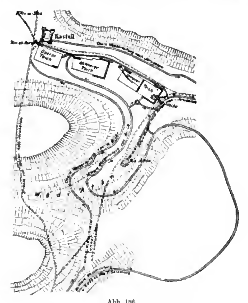


Abb. 189.
Lageplan der Salomonischen Teiche.

Teiches ist 582 Fuss, die Westseite ist 148, die Ostseite 207 Fuss breit, die Tiefe an der Ostseite ist 50 Fuss, an der Westseite etwa 25 Fuss. Unter dem Boden dieses dritten Beckens befindet sich eine Quelle.

Der Zweck dieser Teiche, von welchen Abb. 190 eine Gesammtansicht in dem heutigen Zustande giebt, bestand offenbar darin, in Zeiten des Wasserüberflusses gefüllt zu werden, um das Wasser in Zeiten der Dürre entweder zur Speisung der Aquädukte oder zur Bewässerung der im Thale von Artās vorhanden gewesenen Gärten abgeben zu können. An dem obersten Becken liegt ein Kastell von sarazenischer Bauart, das den Namen „Kal 'at el-Burak" (Burg der Teiche) trägt. In der Nähe der Teiche sind vier Quellen vorhanden: 'Ain el-Burak (die Kastellquelle), 'Ain es Sālih, 'Ain Farūdsche und

'Ain 'Atan. Zwischen dem Kastell und dem oberen Teich befindet sich ein Bauwerk, das als Wasserregulator diente (Abb. 188 u. 189). In dasselbe fliesst klares Wasser aus der Kastellquelle, das nach Belieben in den oberen Teich durch A, oder in die nach Bethlehem führende Leitung D eingelassen werden konnte. In diesen Behälter ergiesst sich ausserdem das Wasser einer zweiten Quelle, der 'Ain es-Sâlih. Letztere liegt in geringer Entfernung nordwestlich

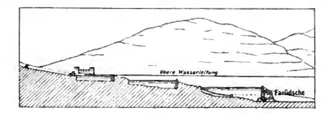


Abb. 187.
Längenschnitt durch die Teiche Salomons.

von dem Kastell, das Wasser fliesst durch einen unterirdischen, etwa zwei Fuss breiten und kaum mannshohen Kanal nach dem sogenannten Wasserregulator. Die dritte Quelle ('Ain Farûdsche) kommt unter dem Boden des unteren Teiches hervor. Der Eingang befindet sich in dem starken und grossen Damm, der zur Sicherung und Verstärkung der Ostseite des unteren Teiches aufgeworfen

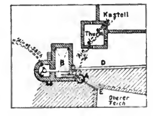


Abb. 188.
Brunnen an dem oberen der Salomonischen Teiche.

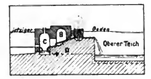


Abb. 189.
Querschnitt durch die Brunnen an dem oberen der Salomonischen Teiche.

worden ist (Abb. 187). In einem hier eingebauten Kasten vereinigte sich eine Ableitung der Sâlih-Quelle, sowie die Abflussleitung der, in ebenfalls geringer Entfernung entspringenden 'Ain 'Atan, mit dem Wasser der 'Ain Farûdsche (siehe Abb. 186). Von diesem Sammelkasten aus floss das Wasser durch die sogenannte niedrige oder untere Wasserleitung, welche auf Seite 484 näher beschrieben wird, nach Bethlehem und Jerusalem. Die Wassermenge der vier erwähnten Quellen scheint für den Wasserbedarf Jerusalems im Laufe der Zeit nicht mehr ausgereicht zu haben, und wurden daher weitere,

entfernter liegende Quellen abgefangen und aus dem Wādi Bijār und Wādi 'Arrūb (s. Lageplan Abb. 185) mittelst Aquädukte nach den Salomonsteichen geleitet.

Der Wādi Bijār-Aquädukt. Diese ziemlich gerade geführte Leitung besteht aus einem viereckigen, anderthalb bis zwei Fuss breiten und stellenweise tieferen Kanal. Derselbe ist an der Oberfläche entlang und durch den Bergrücken, auf welchen er stösst, als Tunnel geführt. Das Wasser konnte entweder direkt nach Jerusalem oder in den oberen Teich geleitet werden.



Abb. 186.
Ansicht der Salomonischen Teiche.

Von dem Tunnel führen neun viereckige Schächte (Licht- und Luftlöcher) an die Oberfläche. In das Leitungssystem ist ein Teich eingeschaltet, der das von den Thälern zusammenströmende Regenwasser aufzunehmen bestimmt war. Die Hauptquelle, durch welche die Wādi Bijār-Leitung gespeist wurde, ist der Bīr el-Dāradsch.

Der Wādi 'Arrūb-Aquädukt wurde wahrscheinlich später wie die Wādi Bijār-Leitung erbaut und besitzt eine sehr viel grössere Länge als diese. Die Hauptquellen, welche diese Leitung speisen, heissen Quellen des Holzes ('Ain el-Chaschabe) und Rās el-'Ain. Ihr Wasser vereinigt sich in einem Teiche von 180 Fuss Breite, 240 Fuss Länge und 22 Fuss Tiefe. An der Ostmauer sind die Ueberreste einer Mühle vorhanden. Ein an dieser Stelle befindlicher

grosser Stein ist so ausgehöhlt, dass das Wasser entweder in den Teich oder durch eine Rinne nach dem Mühlwerk fliessen konnte, auch war es möglich, das Wasser an dem Teiche vorbeizuführen, in welchem Falle es an der Südostecke der Teichmauer hinabstürzte. Die Führung der Wādi 'Arrūb-Leitung ist eine ungemein interessante. Die gerade Entfernung zwischen den Quellen und Jerusalem ist $5^1/_2$ Stunden Wegeslänge. Die Leitung in der Richtung der Luftlinie zu führen, wäre nur mittelst sehr ausgedehnter Tunnel möglich gewesen, da vor dem Quellthale eine breite, in langgedehnten Tiefthälern auslaufende Hochebene im Norden liegt. Um die Tunnel und Brücken zu vermeiden, hat man die Leitung mit wenig Gefälle an den Abhängen hin und her geführt, bis sie mit der Thalsohle zusammenkommt und an der gegenüberliegenden Bergwand weitergeführt werden konnte. Die Leitung hat hierdurch eine ganz ausserordentlich grosse Länge erhalten. Es ist sicher, dass die moderne Technik eine solche Trace nicht gewählt haben würde. Durch ihre Führung dürfte jedoch gerade diese Wasserleitung für den Ingenieur beachtenswerth sein, da sie ein deutliches Bild von der Geschicklichkeit der antiken Ingenieure in der Anpassung an die Terrainverhältnisse ablegt. Die Leitung besitzt einen Querschnitt von 2 Fuss Breite und von etwas grösserer Höhe. Der Kanal ist auf grosse Strecken in Mauerwerk hergestellt, stellenweise ist er in den Felsen gehauen.

An Bauwerken besonderer Art sind auf der Strecke bis zu den Salomonsteichen eine Brücke und ein Tunnel zu verzeichnen. Die Brücke (Dschisr) über den Wādi el-Dschisr besteht aus einem, etwas spitzen Bogen von etwa 20 Fuss Spannweite, an dem eine Restauration vorgenommen worden ist, wobei statt der ursprünglichen grossen, gut behauenen Quadern kleine Steine benutzt wurden und die Brücke eine geringere Breite erhielt. Der Tunnel besitzt drei Schachte. Die Leitung geht nach dem mittleren Teich, welchen sie am oberen Ende umkreist, Abb. 186, und läuft dann weiter nach dem Frankenberge und nach Jerusalem. Das Wasser konnte jedoch sowohl in den mittleren als auch direkt in den unteren Teich eingelassen werden.

Die Wasserleitungen von den Salomonsteichen zur Stadt Jerusalem und nach dem Frankenberg. Wie aus dem Plane Abb. 186 ersichtlich ist, gehen von den Salomonsteichen verschiedene Leitungen nach Jerusalem. Mit Sicherheit sind bisher nur zwei Leitungen nachgewiesen worden, während für eine vermuthete dritte Leitung noch die Beweise fehlen. Diese beiden Aquädukte sind die hohe und die untere Wasserleitung. Die hohe Wasserleitung ist in ihrem Gerinne in derselben Weise wie bereits oben beschrieben, hergestellt, die ganze Trace ist nicht bekannt. In der Nähe von Rahels Grab, Abb. 185, besitzt die obere Leitung eine höchst beachtenswerthe Eigenthümlichkeit, indem sie hier aus einer wasserdichten steinernen Röhre besteht, wodurch die Möglichkeit gegeben war, das Wasser ab- und aufwärts führen zu können. Diese Röhre hat einen lichten Durchmesser von 15 Zoll und besteht aus

einzelnen Steinblöcken, deren eines Ende eine ausgehauene Nuthe besitzt, während das andere zapfenförmig gestaltet ist. Die Rohrstücke greifen somit in einander und sind an den Stossstellen gut verkittet. Die Leitung steigt ziemlich steil bergan und hört auf dem höchsten Punkte des Bergrückens auf. Vielleicht ist diese Führung gewählt um die flachen Thäler bewässern zu können. Die Leitung ging vermuthlich den Abhang hinab und alsdann am Berge Tantûr wieder hinauf. Von hier aus konnte sie alsdann als Kanal weitergeführt werden. Von dem Gerinne sind bisher nur einzelne Strecken genau ermittelt worden. Durch diese hohe Wasserleitung wurde nach Schick das Wasser der 'Ain es-Sâlib, der Kastellquelle und des Wâdi Bijâr-Aquädukts nach Jerusalem geführt. Als den Schöpfer dieser Leitung glaubt Schick den König Salomo betrachten zu können. Die untere, nicht so schwierige Leitung ist nach des Genannten Ansicht von Herodes erbaut, der vermuthlich auch die obere, schadhaft gewordene Leitung in der Nähe der Stadt wieder herstellen liess. Durch die untere Leitung wurde die Stadt und der Tempel in ausreichender Weise mit Wasser versehen, als in späteren Zeiten die obere Leitung sich als nicht leistungsfähig genug erwiesen hatte; dieselbe scheint nämlich während der Zeit der babylonischen Gefangenschaft der Juden (585—538 v. Chr.) und während des Verfalls des israelitischen Staates vollständig unbrauchbar geworden zu sein. Die untere Leitung nimmt ihren Ausgangspunkt am unteren Teiche, von welcher Stelle sämmtliches nach den Becken geleitetes Wasser abgeführt werden konnte. Die Trace zeigt ausserordentlich viele Krümmungen und besitzt eine Länge von sieben Wegstunden. Bei Bethlehem speiste der Aquädukt einen brunnenartigen Schacht, aus dem die Bewohner ihren Bedarf schöpften. Er besitzt zwei kurze Tunnel, durch den zweiten wurde der auf dem Plane (Abb. 185) durch punktirte Linien angegebene Umweg vermieden. Der obere und untere Aquädukt treffen an der Brücke über das Hinnomthal zusammen. Die Leitung läuft dann um den Südwesthügel von Jerusalem und speiste bei dem Wilson'schen Bogen und im Tyropöonthal Brunnen, sowie durch einen nördlichen Arm später zwei sarazenische Fontänen. Der Endpunkt liegt auf dem Tempelplatz und bildet den Brunnen daselbst, el-Kâs (Becher) genannt.

An der unteren, von Herodes erbauten Wasserleitung haben Pilatus und die Araber Ausbesserungen vorgenommen. Die Leitung wurde im Laufe der Zeit durch irdene 8—9 Zoll weite Röhren ersetzt, deren fortwährende Verstopfungen allmählich zu einer Vernichtung der Leitung führten. Eine Abzweigung dieser Leitung bei Artâs führte nach dem Frankenberge, dem berühmten Herodium des Herodes, welcher Leitung auch das Wasser einer bei Artâs befindlichen Quelle zugeführt werden konnte.

Die Wasserzuführung nach dem Tempelhof war eine Nothwendigkeit, da der auf die persönliche Reinheit der Priester und der Andächtigen, sowie auf zahlreiche Opferhandlungen begründete Jehovadienst in der Form, wie derselbe von Salomo in seinem Tempel eingeführt worden war, ohne reichliche Wasser-

fülle nicht bestehen konnte. Die Ueberleitung des Zweiges des Salomonischen Aquädukts nach dem Tempelberg geschah nach der Ansicht von Altens mittelst jenes Brückendammes, der zur bequemen und sicheren Verbindung der verschiedenen Paläste auf den beiden, durch das Stadtthal getrennten Hügeln unter Salomo hergestellt worden war.

Eine nothwendige Folge der reichlichen Wasserzuführung war die Schaffung von Abzügen für das benutzte oder überschüssige Wasser. Von diesen, nicht mit den eigentlichen Kloakenleitungen zu verwechselnden Abflusskanälen hat man mannigfache Spuren festgestellt. So glaubt von Alten die Ableitung aufgefunden zu haben, die für die Entfernung des für den Tempeldienst erforderlich gewesenen Wassers gedient hat.

Der genannte Forscher ist der Ansicht, diese Leitung in den sogenannten „Nasenlöchern“ gefunden zu haben. Das benutzte Wasser floss hiernach durch eine kreuzförmige Cisterne und ergoss sich von hier durch einen noch sichtbaren Kanal in das Kidronthal. In diesem Thale hatte unter der oberen Kidronsbrücke ein von der Priesterwachtstube Beth-Mokad im Norden des Tempels ausgehender Kanal ebenfalls seine Ausmündung. Von dem „Becken des Hofes“, einer Nachbildung des ehernen Meeres, floss das Wasser nach den beiden südlich von demselben belegenen Palästen, dem alten Davidhause und nach dem salomonischen Cedernhause. Das schmutzige Wasser dieser beiden Gebäude floss aller Wahrscheinlichkeit nach in die noch erhaltene Kloake, die sich nach dem Kidronthale hinzieht. Das noch brauchbare Trinkwasser sammelte sich zunächst in einem aufgemauerten, künstlichen Teich und stürzte dann in ein Reservoir, das den Namen „Jungfrauen- oder Marienquelle“ führt. Der Abfluss des Letzteren mündet ebenfalls in das Kidronthal.

König Hiskias leitete nach der Ansicht von Altens viel später den Abfluss des genannten Brunnens nach dem Siloahteich, zu welchem Zwecke der bereits beschriebene Felsendurchbruch hergestellt worden sei, eine Ansicht, die jedoch und wohl mit Recht auf Widerspruch stösst.

Nach Schicks Ansicht wissen wir bis jetzt nicht genau, welche Werke Hiskia insgesammt für die Wasserversorgung von Jerusalem zur Ausführung hat bringen lassen. In der Hauptsache war, wie solches bereits in dem Vorangegangenen erwähnt ist, das Bestreben dieses Königs darauf gerichtet, die Cisternen, Wasserbehälter und Quellen ausserhalb der Stadt unkenntlich zu machen und die Wassermengen unterirdisch der Stadt zuzuführen. Auch ist es sicher, dass Hiskia durch Herstellung einer starken Dammmauer in dem sogenannten Westtyropöon einen Teich, den Hiskiateich, anlegen liess. Schick glaubt ausserdem annehmen zu können, dass aus der Zeit dieses Königs noch andere Teiche, sowie einige der grossen Wasserbehälter auf dem Tempelplatz (so auch die sogenannte Helenacisterne) stammen.

Die von den Wasserversorgungsanlagen verschiedener anderer Städte Palästinas erhaltenen Reste stammen theils aus älterer Zeit, theils verdankten

diese Werke ihre Entstehung den Römern, die hier eine ausserordentlich umfangreiche Bauthätigkeit entwickelten.

In Hebrôn, der Stadt der Erzväter, wurde das Wasser der zahlreichen, in der Umgebung vorhandenen Quellen sowohl für die Bewässerung des Landes als auch zur Versorgung der Stadt benutzt. Vor den Thoren findet sich ein grosser und ein kleiner Teich. Der grössere Teich bildet ein Quadrat von 133 Fuss Seitenlänge und hat eine Tiefe von 21 $^{2}/_{3}$ Fuss. Zwei Treppenfluchten von je 54 Stufen führen in das Bassin hinab, um das Wasser schöpfen zu können. In diesen Becken wird noch jetzt das Regenwasser gesammelt. Ob diese Behälter thatsächlich antik oder nur an der Stelle antiker Teiche errichtet sind, ist eine offene Frage. In der Umgebung der Stadt liegt der sogenannte Brunnen des Vaters Abraham.

Aehnliche künstliche Teiche, wie sie Syrien aufweist, hat man auf Cypern gefunden, dieser uralten, phönizischen Niederlassung, von der aus die weitere Kolonisation der Phönizier nach allen Richtungen hin ihren Ausgang genommen haben dürfte. Auf dem, die Spuren einer sehr frühen Besiedlung zeigenden Löwenhügel bei Nikosia, der von neueren Forschern für die Akropolis des alten Ledroi gehalten wird, welcher Stadtname bereits in einer Tributliste der assyrischen Könige Assarhaddon (681—668 v. Chr.) und Assurhanipal (668—626 v. Chr.) vorkommt, hat man innerhalb eines durch antike Befestigungsmauern eingeschlossenen Raumes sechs rechtwinklige, in die Felsen gehauene Vertiefungen gefunden, die jedenfalls als Wasserbehälter gedient haben. Drei derselben sind nur von geringer Tiefe, einer der übrigen hat eine Tiefe von etwa 12 m.

Dem im Kapitel „Bewässerungsanlagen“ beschriebenen Wasserzuführungssystem des Baràda verdankt Damaskus, dass es, wie wohl keine andere antike Stadt, nach allen Richtungen hin mit fliessendem Wasser im reichsten Mafse versehen wurde. Kein Stadttheil, kein Marktplatz, fast kein Haus, ist ohne Wasserzuführung geblieben und dieser ausserordentliche Wasserreichthum hat Damaskus und seine Umgebung in späterer Zeit zu dem ersten der vier Paradiese der Moslems erhoben.

Die Vertheilung des Baràdawassers und das hierdurch in der Mitte der syrischen Wüste geschaffene Paradies (bei Damaskus el Ghûtha genannt) spielt in der Sage und in der Geschichte des Orients eine grosse Rolle. Damaskus war von den frühesten Zeiten an ein wichtiger Verkehrsknotenpunkt, an dem sich die Strassen vom Euphrat, von Aegypten, von Sidon und Tyrus vereinten. Der höchste Glanzpunkt in der Entwicklung dieser Stadt fällt in die Zeit des Chalifats, in welcher Periode sie die Residenz der Omejaden wurde. Damals nahm die Stadt mit ihren Zaubergärten ausserordentlich zu, und eine Unzahl von Moscheen, Minarets, Palästen, Kanälen und Fontänen, sowie Lustorte aller Art schmückten sie. Aus dieser Zeit stammen die Bezeichnungen „die Perle des Orients“, „die Paradiesduftende“, „das Halsband der Schönheit“ und viele andere dergleichen Namen.

Ob die Wasserzuführung in den Häusern, wie sie Seetzen in seinen Tagebüchern beschreibt, in der gleichen Art bereits im Alterthum bestanden hat, oder ob diese Anordnung, was wohl wahrscheinlicher sein dürfte, aus der Zeit des Mittelalters stammt, muss vorläufig unentschieden bleiben. Die Häuser besitzen in ihrer Mitte einen kleineren oder grösseren Hof, der mit bunten, polirten Steinen mosaivisch gepflastert ist. In der Mitte des Platzes liegt ein Marmorbassin, in das sich beständig fliessendes Wasser aus kleinen Röhren murmelnd ergiesst. Aus diesem Hofbecken füllt sich ein kleines, in der Küche belegenes Bassin, aus dem das überflüssige Wasser durch unterirdische Röhren nach dem heimlichen Gemach abfliesst. Eine ähnliche Fontainen-Anordnung in der Mitte des Hofes hat man in den Ruinen von Palmyra aufgefunden, woselbst diese Anlage in noch grösserer und prachtvollerer Weise ausgeführt war.

Im Nordosten von Damaskus hat man die Ruinen einer Stadt entdeckt, deren Name bis jetzt unbekannt geblieben ist. Zu den Resten einstiger Pracht und Herrlichkeit gehört ein Aquädukt von einer Viertelmeile Ausdehnung. Das überschüssige Wasser ergoss sich in den benachbarten See, den Bahr el Merdsch.

Die Stadt Aleppo (Haleb oder Beroä im Alterthum) verdankt in der Hauptsache ihre Wasserzuführung einem kleinen Flusse Kuweik, von welchem eine grössere Anzahl Kanäle, in ähnlicher Weise wie am Baràda, abgeleitet ist, Anlagen, die jedenfalls ein hohes Alter besitzen und die zu Saladins Zeiten restaurirt wurden. In späterer Zeit kamen die persischen Schöpfräder zur Verwendung, um das Wasser bei der Stadt aus dem Flusse zu heben.

In dem Götterkultus der Syrer spielte das Wasser eine grosse Rolle und man findet daher an den bedeutenden syrischen Tempelorten umfangreiche Werke für eine genügende Zuführung des Wassers, für dessen Aufnahme in der Nähe der Tempel grosse Wasserbassins angeordnet wurden. Derartige Bassins sind an einer grösseren Anzahl Orte, so besonders auch in Palmyra gefunden worden. Der Kultus der syrischen Völkerschaften trug mithin zur Anlage von Wasserleitungsbauten wesentlich bei.

Innerhalb der Area des Sonnentempels liegen in Palmyra zwei grosse Wasserbassins, zwischen welchen der Weg von dem prächtigen Hauptportal zum inneren Tempelhofe führte. Diese Bassins haben eine Länge von 200 Fuss, eine Breite von 100 und eine Tiefe von 8 Fuss. Die Tempelbesucher stiegen auf 8 Stufen hinab, um ihr Ablutionen, d. h. die vorgeschriebenen Waschungen vorzunehmen (siehe auch Seite 206).

Ueber den Aquädukt, welcher Palmyra wahrscheinlich mit Wasser versorgte, sind bereits in dem II. Kapitel eingehende Mittheilungen gegeben worden (s. Abb. 27—29, Seite 120).

Die Wasserversorgung der altberühmten Stadt Hamah (Epiphania) in Syrien wird durch persische Schöpfräder bewirkt, die das Wasser aus dem

Fluss in die höher gelegenen Wohnungen schaffen. Die Grösse dieser Räder ist ziemlich bedeutend (bis 80 Fuss Durchmesser). Die Kanäle und Aquädukte, in welche sich das gehobene Wasser ergiesst, haben keine bedeutende Länge (etwa 300 Schritt). An denselben ist der Name der Erbauer angebracht, doch wird leider hierüber von den Reisenden nichts berichtet, sodass eine Altersbestimmung nicht möglich ist, und die Frage offen bleiben muss, ob wirklich bereits im Alterthum dasselbe Princip der Wasserversorgung zur Anwendung gekommen ist, welches jetzt daselbst Verwendung findet, eine Annahme, die nicht allzuviel Wahrscheinlichkeit für sich hat. In ähnlicher Weise findet auch die Wasserversorgung von Adana statt. Die grossen Schaufelräder (Na' ûr genannt) heben das Wasser aus dem Flusse Seihun und giessen es in Kanäle aus, die das Wasser nach allen Theilen der Stadt leiten. Die Aquädukte weisen Reste antiken Ursprungs auf. Dieselben wurden, wie aus Inschriften hervorgeht, von einem römischen Architekten erbaut.

Von den Werken des Haurân verdienen die zu dem Zwecke der Wasserversorgung der Städte geschaffenen eine nicht weniger eingehende Beachtung, als sie den Schöpfungen der Architektur dieses Landes mit Recht zu Theil geworden ist. Einige dieser Anlagen sind bereits in dem II. Kapitel erwähnt worden. Für die städtische Wasserversorgung kamen Cisternen verschiedener Art (s. S. 134) sowie Wasserleitungen zur Ausführung. Die Cisternen und Birkets sind ausserordentlich zahlreich; es finden sich solche in Schohba, in Dhami, in der Ledscha, in Remtha, woselbst durch drei Quermauern in dem dortigen Wadi zwei Birkets gebildet werden, in Sueida, woselbst eines der Birkets 300 Schritt im Umfang und über 30 Fuss Tiefe hat, in Kereye, in Bostra.

Von den Wasserleitungen ist an erster Stelle das Werk Gebeles I, die Kanâtir, zu nennen, die heute den Namen des pharaonischen Aquädukts (Kanâtir-Fir' ôn) trägt. Diese Leitung, die von manchen, jedoch wohl mit Unrecht, für ein römisches Werk gehalten wird, beginnt in dem el Gâb genannten Sumpfe bei Dilli, und endet, nachdem sie die Landschaft Suêt durchquert hat, bei den Ruinen der Stadt Mukês, (welche Stadt für das biblische Gadara gehalten wird). Die Länge des Aquädukts beträgt 20 Stunden. Die Vertiefungen wurden durch Ueberbrückungen ausgeglichen, ebenso wurden die haurânischen Wâdis (Wasserläufe) überbrückt. Von den Ueberführungen ist namentlich der zwischen Arâr und Hubbe vorhandene Aquädukt, sowie der einst auf einem kühnen Bogen ruhende Wasserkanal über den Zêdi erwähnenswerth. Bei der Stadt Der' ât, die durch den Zêdi von der Kanâtir getrennt ist, wurde das Wasser auf Bogen in einen am oberen Abhange des Wadiufers stehenden, „Pharaosthurm“ genannten Bau und dann mittelst eines Syphons auf das andere Ufer geleitet. Das Wasser läuft von dem genannten Thurm in Röhren unter der Erde bis zu dem tiefer liegenden Niveau der Brücke, die eine Länge von 300 Schritt besitzt. Die Leitungsröhren sind in die $1^1/_2$ m starke Brustwehr eingebettet. Dieselben bestehen aus gebrannten Thonröhren von $1^1/_2$ m Länge

und 20 cm Durchmesser. Auf der anderen Seite steigt das Wasser wieder zu dem Hochplateau, auf welchem Der' ât liegt, empor. Durch das Vorhandensein des Hebers hat dieses Bauwerk doppeltes Interesse.

6. Wasserversorgungsanlagen der Griechen.

a) Griechenland. Von frühen Zeiten an brachten die Griechen dem Wasser eine grosse Verehrung dar. Nach hellenischem Gefühl war es ein Frevel, mit den Füssen rücksichtslos in das Wasser hineinzutreten. Der Wanderer, der das Wasser durchschritt, ohne mit reinen Händen, den Blick auf das Wasser gerichtet, sein Gebet gesprochen zu haben, wurde mit der Strafe der Götter bedroht. Wie im Orient, so waren auch in Griechenland die Wasserplätze die Segensorte des Landes. Man pries die Quellen und brachte ihnen Weihegeschenke dar. Bereits Aristoteles bezeichnet es als den wichtigsten Vorzug jeder städtischen Ansiedlung einen genügenden Vorrath an gesundem Trinkwasser zn besitzen. Die Abschneidung oder Verunreinigung des Trinkwassers war im Kriege der empfindlichste Angriff. Um diesem Unheile nach Möglichkeit vorzubeugen, führten die Griechen, in wahrscheinlicher Anlehnung an die Syrer, ihre Leitungen unterirdisch. Die Vergiftung von Qnellen und Wasserläufen, zu welcher vielfach Helleborus verwendet wurde, war ein weit verbreitetes Kriegsmittel. Gegen derartige Verunreinigungen gab es eine Reihe von Gegenmitteln, Vitruv z. B. giebt Salz als Heilmittel an. Nach Aristoteles konnte man an der Behandlungsweise des Wassers am besten den Bildungsstand einer Bürgergemeinde erkennen. Trinkquellen glaubte man bereits geschändet, wenn sie auch nur einmal zum Abspülen von Gewändern benutzt worden waren. Die öffentlichen städtischen Wasserentnahmestellen, die Brunnen, wie auch etwaige Quellen, pflegten die Griechen in künstlerischer Weise zu schmücken und einzufassen. In grösseren Städten waren Qnellen nur ausnahmsweise in grösserer Zahl vorhanden. Die Schaffung einer genügenden Zahl Brunnen war eine wichtige Aufgabe der Behörden, in Athen lag sie den Agoranomen ob. Auf dem Lande hatten besondere Beamte sowohl für die Instandhaltung der Brunnen, als auch für die gesetzmässige Benutzung der Wasserläufe, der Brunnen und Quellen zu sorgen. Curtius ist der Ansicht, dass das Solonsche Gesetz, durch welches bestimmt wurde, dass ein öffentlicher Brunnen im Umkreis von 4 Stadien (= 740 m) benutzt werden durfte, wohl nur auf dem Lande Geltung gehabt haben dürfte. Nur jene, die nachzuweisen vermochten, dass sie ohne Erfolg zehn Klafter tief auf ihrem Boden gegraben hatten, ohne Wasser anzutreffen, durften täglich zweimal aus dem nächsten Brunnen eine bestimmte Menge Wasser holen.

Der künstlerische Sinn der Griechen, sowie die Pietät, die sie den segenspendenden Gewässern gegenüber bekundeten, führte, wie bereits erwähnt, zu einer Verzierung derselben durch architektonischen und plastischen Schmuck.

Die Brunnen umgab man mit Einfassungen, auch überbaute man sie wohl gänzlich; verschiedene derartige Brunnen- und Quellenhäuser sind erhalten geblieben. Das bemerkenswertheste Quellenhaus ist dasjenige auf der Insel Kos (Abb. 191 und 192). Das Wasser der an einem Bergabhang entspringenden Quelle ist hier in ein kreisrundes Gemach von 2,85 m Durchmesser geleitet, das seiner Form nach den bekannten Kuppelgräbern von Mykenae gleicht, und läuft durch

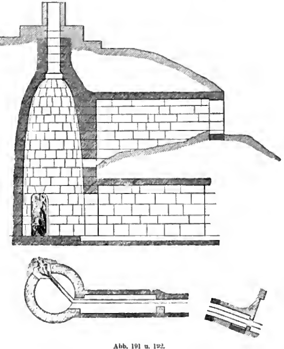


Abb. 191 u. 192.
Grundriss und Längenschnitt durch das Quellenhaus auf Kos.

einen 2 m hohen und 35 m langen unterirdischen Gang ins Freie. Ueber dem eigentlichen Quellenraum befindet sich in der Mitte der Kuppel ein Luftschacht, durch welchen frische Luft zugeführt wird. Neben dem Kuppelraum liegt über dem Gang ein zweites Gemach, das man für ein Nymphaeum hält. Die alten Griechen weilten mit grosser Vorliebe an den Quellen und so kam es, dass man gern deren Ausmündungen mit kunstvollen Grotten schmückte. Hier fanden sich die Stadtbewohner ein, um sich am Würfelspiel und an Gesprächen zu ergötzen. Auf diese Grottenbauten führt man die eigentlichen Nymphaen zurück, prachtvolle Häuser neben den Bädern, die den Nymphen geweiht waren.

Die öffentlichen Strassenbrunnen waren ebenfalls vielfach durch plastischen Schmuck verziert. Besonders beliebt war es, das Wasser aus verzierten Röhren herauslaufen zu lassen, deren Mündungsstücken man die Form von Thiermänlern und Silensköpfen gab, ausserdem stellte man Figuren, die einen sinnvollen Zusammenhang mit dem Wasser besassen, neben den Brunnen auf. Dieser Gebrauch hat besonders durch die alexandrinische Kunst eine grosse Förderung erfahren und wurde später von den Römern übernommen. Die öffentlichen Plätze griechischer Städte waren auch in vielen Fällen mit Springbrunnen ausgestattet. In Athen entfaltete namentlich Menton auf diesem Gebiete eine grosse Thätigkeit; er schuf eine Anzahl mit den Wasserleitungen in unmittelbarer Verbindung stehender Fontainen.

Sobald bei dichterer Bebauung die Stadtquellen nicht mehr für die Wasserversorgung ausreichten, musste eine anderweitige Aushilfe gesucht werden. Die klimatischen Verhältnisse wiesen auf die Anlage von Cisternen hin. Die Cisternenanzahl war natürlich da am grössten, wo der Untergrund am trockensten und die Bevölkerung am dichtesten war. Wie manche andere griechische Stadt besass Athen eine grosse Anzahl dieser Anlagen, welche die Form senkrechter Schachte hatten und sich unten flaschenartig erweiterten. Um in diese Cisternen hinabzusteigen und sie reinigen zu können — eine Arbeit, deren leichte Ausführung besonders wichtig war —, waren die Seitenwände mit Absätzen versehen. Zur Dichtung der Cisternen wurde von Stuck Gebrauch gemacht, mit welchem Material die Wände überzogen wurden. Durch die Vorliebe der Alten für Regenwasser, das für besonders gesund galt, wurde die Herstellung von Cisternen befördert.

Bereits alte Gesetzgebungen des Morgenlandes verlangten von einem geordneten Gemeinwesen, dass jedes Haus seinen Wasserbehälter hatte. Curtius ist der Ansicht, dass hier nur an Cisternen gedacht werden kann. Letzteres dürfte jedoch in dieser Allgemeinheit nur dann ganz zutreffend sein, wenn man unter Cisternen nicht nur die Behälter zur Aufnahme von Regenwasser versteht, sondern hierzu auch jene Wasserkammern zählt, welchen, wie z. B. in Alexandria, durch Kanäle oder, wie in verschiedenen syrischen Städten (Damaskus, Aleppo), durch Abzweigungen von den Flüssen das Wasser zugeführt wurde. In Griechenland waren die Cisternen theilweise auch für grössere Bezirke berechnet und besassen demgemäss, ähnlich wie im Orient, grössere Abmessungen. Solche Felskammern finden sich an der abschüssigen Seite der Akropolis und am Rande öffentlicher Gebäude.

Ueber Cisternen mit Oberbau liegen bis jetzt genügende Forschungen nicht vor. Curtius meint, dass die Ueberbauten das Emporziehen des Wassers erleichtern und gleichzeitig das angesammelte Wasser vor Verunreinigungen schützen sollten. Die Regenwasserbehälter finden sich ausser in der Form von Cisternen auch als grosse, offene Reservoirs. Eines der grössten dieser Art ist in den Ruinen von Thuria in Messenien vorhanden. Dasselbe

ist theilweise aus dem Fels gehauen, theilweise aus Felsstücken erbaut. Der Wasserbehälter ist 13 Fuss tief, 20 Schritt lang und 10 Schritt breit und im Innern durch drei Quermauern getheilt. Derartige Cisternen finden sich auf zahlreichen Felsenburgen der griechischen Länder. So ist auf dem Burgplateau von Sylleion eine grosse unterirdische Cisterne vorhanden, deren mächtige Steinbalken auf 15 Pfeilern ruhen. Die bedeutendste Anlage dieser Art überhaupt ist nach Hirschfeld die bin bir derek, in der Nähe des Atmeidan zu Konstantinopel. Die auf der Burg von Selinunt vorhandene Cisterne ist inwendig mit Cylindern aus gebranntem Thon ausgemauert. Zwischen den Fugen sind halbmondförmige Ausschnitte für den Fuss des Hinabsteigenden angeordnet. In Attika befanden sich in den Cisternen quergelegte Balken, auf denen man hinabsteigen konnte.

Neuerdings hat man die aller Wahrscheinlichkeit nach älteste Wasserversorgungsanlage in Griechenland, nämlich diejenige von Mykenae, aufgedeckt. Nordöstlich von der kleinen Ausfallspforte ist ein durch die Mauer führender Gang aufgefunden worden, der in der Art der zu Tiryns vorhandenen Gallerie durch Vorkragen der Steine spitzbogenartig überdeckt ist. Dieser Gang geht ausserhalb der Mauer unterirdisch weiter und zwar erst in nördlicher, dann in westlicher und endlich in nordöstlicher Richtung. Am Ende des Ganges liegt ein viereckiger Brunnen von 3,70 m Tiefe und 1 resp. 0,84 m Seitenlänge. Ueber dem Brunnen befindet sich in der Decke ein Loch, in welches eine Thonröhrenleitung mündet. Man nimmt an, dass diese Leitung von der Quelle Perseia kommt. Die damalige Technik gab noch nicht die Mittel an die Hand, das Wasser der Quelle direkt in die Burg zu leiten und so wählte man den Ausweg, das Wasser so nahe wie möglich an die Burg heranzuführen und dasselbe in ein Reservoir austreten zu lassen, das man mit der Burg durch einen unterirdischen Gang verband und von dem daher an der Oberfläche keinerlei Spuren vorhanden waren. Gleichfalls sehr alte Wasserversorgungsanlagen weist Argos auf.

Wie bereits für die Erbauung mancher der früher beschriebenen Wasserwerksanlagen der religiöse Einfluss nachweisbar war, so lässt sich auch bei den Griechen eine einflussreiche Wirkung dieses Momentes erkennen. In erster Linie wurden Quellenbauten dem Gottesdienste geweiht und erfuhren eine deutliche Kennzeichnung dieses Zweckes durch die ihnen gegebene Tempelform. Derartige heilige Quellhäuser waren vielbesuchte Wallfahrtsorte. Als Weihegaben wurden u. a. auch Münzen verwandt, welche in das Wasser geworfen wurden. Die Tempelquellen dienten gleichzeitig zur Bewässerung der die Tempel umgebenden gartenähnlichen Lorbeerhaine. Auch in Griechenland existirten kleine, heilige Seen und Teiche, in denen Fische gehalten wurden.

Die Tempel sind nach Curtius als die Schulen für die Technik des hellenischen Wasserwerksbaues anzusehen. In der Schaffung einer grossen Anzahl von Wasserleitungen gab die Ingenieurtechnik der Hellenen ein glänzendes Zeugniss ihrer Leistungsfähigkeit.

Wie in anderen Ländern, so drängte auch in Griechenland die grössere Ausdehnung der Städte schliesslich zu der Schaffung künstlicher Wasserleitungsbauten, durch welche den Städten die Zuführung grosser Wassermassen gesichert wurde. Diese Wasserleitungen wurden in der Mehrzahl durch unterirdische Kanäle gebildet, die gleich denen in Syrien mit Luftschächten versehen sind. So weist die Leitung, welche vom Pentelischen Gebirge Athen einen Theil seines Wasserbedarfes zuführte, 110 derartige Luftschächte auf, deren Durchmesser zwischen 1,25—1,55 m schwankt und deren Entfernung von einander 40—50 m beträgt. Aehnlich wie später in Rom, gab es auch in Athen das Amt eines Aufsehers der Wasserleitungen, das als ein sehr bedeutendes und verantwortliches galt, und welches ein Themistokles längere Zeit verwaltet hat. Diesem Beamten stand die Gerichtsbarkeit gegen jeglichen unrechtmässigen Wasserverbrauch zu. Besonders war es die Zeit der Tyrannis, die in Griechenland und seinen Kolonien eine grössere Anzahl bedeutungsvoller Schöpfungen auf dem hier in Betracht kommenden Gebiete entstehen liess. Die Anlegung von Wasserleitungsbauten war durch ihren grossen Nutzen für die Allgemeinheit in der That geeignet, ihren Schöpfern die Volksgunst zu erwerben. Die Anlagen von Athen, Theben, Megara, sowie von Akragas und auf Samos sind zum weitaus grössten Theil dem Einfluss und der Thätigkeit der Tyrannen zuzuschreiben.

Ueber die antiken Wasserleitungen Athens sind Ziller eingehende Angaben zu verdanken. Nach diesen Untersuchungen besass Athen zur Zeit seiner Blüthe, in welcher Periode diese Stadt etwa 200000 Einwohner zählte, ausgedehnte und zahlreiche Anlagen sowohl zur Versorgung mit Trink- und Gebrauchswasser als auch für die mannigfaltigen sonstigen Zwecke, zu welchen eine Grossstadt Wasser bedarf. Ziller führt im Ganzen 18 verschiedene Leitungen auf, von welchen jedoch an dieser Stelle nur die bemerkenswerthesten eine Berücksichtigung finden sollen.

Etwas unterhalb der Quelle Kallirrhoe, die nach Dörpfelds Ansicht durch Peisistratos zu dem Stadtbrunnen umgeschaffen wurde, befindet sich in dem Flussbett des Ilissos ein Schacht von etwa 1,3 m im Quadrat, in welchen das Flusswasser einströmt. Von dieser Einflussstelle ab fliesst das Wasser unterirdisch weiter in einem Kanal, der unter dem Flussbett in dem felsigen Untergrunde vorgetrieben ist. Der Kanal liegt mit seinem Scheitel ungefähr 2 bis 2,5 m unter der Sohle des Flussbettes. In Abständen von 57—65 m, theilweise auch in grösseren Entfernungen, sind Luftschachte vorhanden. Diese Luftschachte sind auf beiden Seiten des Flusslaufes anzutreffen, ein Beweis dafür, dass die Leitung den Fluss kreuzt. In der Ebene zwischen Athen und dem Piraeus tritt das Wasser zu Tage und wird nach den hier liegenden Weingärten geleitet. Ziller ist der Ansicht, dass im Alterthum die Luftschachte geschlossen gewesen seien und dass das Wasser nur durch das Flussbett, und somit gleichsam filtrirt in den Kanal eingedrungen sei. Ein derartiges kost-

spieliges Werk kann nach dem genannten Autor jedoch nicht zu dem Zwecke angelegt worden sein, um damit die Ländereien der Ebene zn bewässern, da solches durch Wehranlagen im Flussbett des Ilissos viel leichter und billiger zn erreichen gewesen wäre. Ziller erblickt aus diesem Grunde in der Wasserleitung unter dem Flusse eine Wasserversorgungsanlage für den wasserarmen Piraeus. Die Leitung sei jedenfalls zwischen den langen Mauern angelegt worden, um sie vor feindlichen Zerstörungen besser schützen zu können und um ein Abschneiden des Trinkwassers zu erschweren. Ziller setzt als Zeit der Erbauung etwa die Zeit der Errichtung der langen Mauern an, während von anderer Seite die Herstellung des Werkes dem bekannten Mathematiker Menton zugeschrieben wird. Eingeschaltet möge werden, dass oberhalb des Munychia-Theaters auf dem Piraeus eine eigenartige unterirdische Anlage vorhanden ist. Ein breiter Treppenschacht führt hier auf 165 Stnfen 65 m tief zn einem horizontalen, mit Stuck ausgestrichenen Gang hinab. Dieser Stollen ist jedenfalls zur Gewinnung von Wasser zur Ausführung gekommen, wie ähnliche, jedoch kleinere Stollen noch mehrfach im Piraeus vorkommen, auch am Lykabettos nachweisbar sind. Milchhöfer meint, die Mächtigkeit dieser Anlage erinnere an die Werke der Minyer in den böotischen Landen, und sei als ein Beleg dafür anzusehen, dass die Munychia bereits in vorhistorischer Zeit eine Rolle gespielt habe und befestigt gewesen sein dürfte.

Die bedeutendste Brunnenanlage Athens befand sich am Fusse des Pnyxfelsens, sie bildete wahrscheinlich den Stadtbrunnen Athens, die Enneakrunos. Zur Vermehrung der Wasserergiebigkeit wurden Stollen und Felskammern angelegt und als Wasserbehälter ausgenützt. Bis jetzt sind 7 Felskanäle und 6 Wasserkammern aufgefunden. Da diese Anlage trotz aller Vergrösserungen nicht genug Wasser zu schaffen vermochte, so legte Peisistratos im 6. Jahrhundert eine grossartige Felsleitung an, durch welche das Wasser aus dem oberen Ilissosthale nach dem Brunnenplatz geleitet wurde. Peisistratos ahmte hierbei das Beispiel nach, das andere Tyrannen dieser Zeit gaben.

Am Ende der Leitung wurde oberhalb des Brunnenplatzes ein mächtiger Wasserbehälter angelegt. In römischer Zeit wurde diese Leitung verlängert. Das zwischen dem Wasserbehälter und der Akropolis befindliche Stück der Wasserleitung bildet einen begehbaren Kanal, der aus grossen Porosquadern besteht. Seine Höhe schwankt zwischen 1,3—1,5 m, die Breite beträgt 0.65 m. Von diesem Kanal gehen zwei Thonrohrleitungen ab, deren Rohrstücke aus einem feingeschlemmten, gelblichen Thon bestehen und 60 bis 61 cm lang sind. Die Stücke sind durch Bleivergnss gedichtet und besitzen je eine Oeffnung, in der Art und Weise der Leitungsrohre der noch zu beschreibenden Wasserleitung von Samos. Diese Röhren haben sich im Laufe der Zeit vollständig zugesetzt, und das Wasser floss schliesslich oberhalb der Rohre. An einzelnen Stellen, an denen der Fels weich war, sind Einstürze erfolgt, auf einer Länge von 30 m hat eine Verlegung der Leitung stattgefunden.

Weisen schon die Formen der Thonrohre eine frappante Aehnlichkeit mit jenen zu Samos auf, so muss auch darin eine Uebereinstimmung der beiden Bauanlagen erblickt werden, dass über dem Stollen zu Athen ebenfalls ein an mehreren Stellen mit dem unteren verbundener zweiter Felstunnel vorhanden ist. In Abständen von 30—40 m stehen beide Stollen durch senkrechte, bis 12 m tiefe Schachte in Verbindung, die auch in diesem Falle zum Herausschaffen des Ausbruchsmaterials gedient haben.

In einem der Stollen stehen die Luftschachte nicht auf, sondern neben dem Kanal, wodurch der Vortheil erreicht war, dass die Arbeiter bei dem Hinabsteigen nicht sogleich in das Wasser traten, was eine Erleichterung der Reinigungsarbeiten bedeutete.

Das moderne Athen wird durch eine von Nordost herkommende alte Wasserleitung mit gutem Trinkwasser versorgt. Da diese Leitung im Laufe der Jahrhunderte in einen immer schlechteren Zustand gerieth, so wurde sie in den vierziger und fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts einer gründlichen Reinigung unterzogen. Während der obere Theil unverändert geblieben ist, sind in den unteren Parthien zu verschiedenen Zeiten Veränderungen vorgenommen worden. Im Jahre 1877 wurde die Wasserleitung von Chalandri bis zum Quellengebiete einer Reinigung unterzogen, bei welcher Gelegenheit auch die Luftschachte wieder freigelegt sind, deren Durchmesser 1,2—1,5 m beträgt; ihre Tiefe schwankt zwischen 9—10 m. Das Gerinne hat eine Breite von 0,7 m und eine Höhe von 0,6 m. Um den Wasserkanal dicht zu machen, wurde er mit Stuck geputzt. An Stellen, an welchen der Felsen klüftig ist oder die Wasserleitung nicht durch den Fels geht, ist das Gerinne ausgemauert und mit Ziegeln überwölht. Zwischen Chalandri und Herakli liegt der Aquädukt an einzelnen Stellen so tief, dass die Luftschachte eine Höhe von 45 m haben. In den Hauptstrang münden verschiedene Nebenleitungen ein. Die Ausführung ist je nach dem Material, das an Ort und Stelle zur Verfügung stand oder leicht beschafft werden konnte, eine ausserordentlich verschiedene und zeigt eine grosse Anpassungsfähigkeit der Erbauer an die vorliegenden Verhältnisse. Ziller glaubt, dass bis jetzt die Frage nach der Erbauungszeit der einzelnen Wasserleitungen Athens in den meisten Fällen nicht mit Sicherheit zu beantworten ist, da an einem und demselben Werke häufig die verschiedensten Bausysteme zur Anwendung gekommen sind. Im allgemeinen können zwar die durch den Fels getriebenen Wasserleitungen für die älteren gehalten werden, es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass diese Art der Ausführung gleichzeitig mit dem Gewölbesystem zur Anwendung gekommen ist. Da alle Wasserleitungen an ihrer Innenseite mit hydraulischem Mörtel verputzt sind, so kann die Verwendung von Mörtel ebenfalls nicht einen sicheren Schluss auf eine spätere Bauzeit zulassen, wohl aber darf man mit Recht annehmen, dass die kleineren Wasserleitungen älter sind, als die grossen Werke, welche der Glanzperiode der Stadt ihre Entstehung verdanken dürften.

Von den übrigen griechischen Städten besassen namentlich **Megara, Theben, Kirrba, Demetrios und Pharsalos** bedeutendere Anlagen zur Wasserversorgung.

Die megarische Wasserleitung verdankte ihre Herstellung Theagenes. Sie führte das Wasser der Quellen des Kithairon in einer gemauerten Rinne der Stadt zu. In Theben, der reichsten Quellenstadt Griechenlands, wurde durch eine unterirdische Leitung, deren Anfang unbekannt ist, das Wasser durch die südlich der Stadt liegenden Höhen und auf gemauerten Bogen in die Stadt geführt. An zwei Stellen kann man in den Stollen hinabblicken und das Wasser fliessen sehen. An der Oberfläche entlang gehende Felskanäle besitzen die beiden thessalischen Städte Demetrios und Pharsalos. Die Leitungsrinne besitzt in erster Stadt eine Tiefe von 7 Fuss und eine Breite von 2 Fuss und ist auf der oberen Seite mit flachen Steinen abgedeckt. In Pharsalos besteht die Abdeckung aus breiten Steinplatten, die auf einem Falze beiderseitig aufliegen. Ueberreste kleinerer Anlagen haben sich unter anderen Orten auch bei Navarin (Pylos) und Androussa erhalten.

Fremdem Einflusse verdankten auf griechischem Boden zum Theil die Anlagen zur Wasserversorgung Olympias und die Aquädukte von Korinth und Athen ihre Entstehung. Die römische Wasserleitung Athens wurde von Hadrian begonnen und von Antoninus vollendet. Der Quell, dessen Wasser durch diese Leitung Athen zugeführt wurde, lag am Fusse des Anchesmus. Von dem am Fusse des Lykabettos befindlichen Reservoir, dem Endpunkte der Zuführungsleitung, wurde das Wasser auf Bogenstellungen in die Stadt geleitet. Die Hadrianische Wasserleitung von Korinth führte das Wasser des Stymphalischen Quells in Arkadien der Stadt zu.

Bei der Schaffung der Wasserversorgungsanlagen von Olympia hat sich sowohl griechischer wie römischer Einfluss geltend gemacht.

Ein lange beklagter Uebelstand war die Trockenheit des Bodens von Olympia im Sommer und der Mangel an Trinkwasser. Bis zur Erbauung einer Wasserleitung durch Herodes Attikos wurde der Bedarf an Wasser für Opfer, Menschen und Vieh durch künstliche Brunnen und Wasserleitungen aus dem Kladeosthale und einem Wasserstollen im Kronion, dem am linken Ufer des Kladeos liegenden, stumpf zulaufenden Bergkegel, gedeckt. Im Ganzen befinden sich auf dem hier in Betracht kommenden Gebiete neun Brunnen. Theils sind dieselben von runder, theils von viereckiger Form. Die vier Brunnen von runder Form sind mit Thonplatten eingefasst. Der Durchmesser schwankt zwischen 0,92—1,35 m. Der Mantel besteht aus einzelnen Ringen von 60—70 cm Höhe und $2^1/_2$—4 cm Wandstärke. Jeder Ring besteht aus 3—4 Platten, welche durch Bleiklammern zusammengehalten sind. An einem Brunnen besteht der Ring sogar nur aus einem Stück. Die beiden, aus den Seitenthälern des Kladeos kommenden Leitungen erreichen das Gebiet von Olympia westlich und östlich von dem Pyrtaneion. Für die eine dieser Leitungen war in der

Nähe des letzteren ein Hochreservoir erbaut. Die Zuführung des Wassers erfolgte in besonderen Rinnen oder Röhren, die Abführung unter Benutzung einer grossen Entwässerungsleitung. An einer grösseren Zahl Stellen waren Schöpfbassins oder offene Töpfe eingeschaltet. Von dem Bassin am Heraion giug eine besonders kunstvoll gefügte Leitung in gerader Richtung aus. Diese Leitung bestand aus Bleiröhren, die in Kalk gebettet, innerhalb einer Porosrinne lagen. Das grosse Bassin am Heraion erhielt das Wasser durch eine ummauerte und mit Blei ausgekleidete Thonziegelleitung. Die zweite aus dem Kladeosthale kommende Hauptleitung ist eine Thonrohrleitung von vorzüglicher Konstruktion. An der Südterrassenmauer mündet die Thonrohrleitung in ein Bassin. Das aus dem oberen Abfluss dieses Bassins abfliessende Wasser wurde unter der Strasse fortgeführt und gelangte in ein zweites Becken. Das durch den Stollen im Kronion gewonnene Wasser diente in erster Linie zur Versorgung der Schatzhäuser-Terrasse.

In römischer Zeit hat man diese Leitung benutzt, um bei dem wachsenden Bedürfniss den Gymnasien, dem Pyrtaneion und anderen Punkten mehr Wasser zuzuführen. Alle diese Vorkehrungen waren im Hinblick auf die Bedeutnng des Ortes nnd mit Rücksicht auf die daselbst zeitweilig zusammenströmenden grossen Menschenmengen unzureichend. Sie gestatteten weder die Erbauung von Badeanstalten noch von grösseren Wasserbecken und Springbrunnen. Diese Anlagen, die als ein Erforderniss bezeichnet werden mussten, waren erst möglich, als die Leitung des reichen Sophisten Herodes Attikos erbaut wurde. Letztere Wasserleitung bezog das Wasser aus den nördlichen Seitenthälern des Alpheios in der Nähe von Miraka. Sie mündete hart am Fusse des Kronion; den Abschluss des Werkes bildete die sogenannte Exedra.

Die Exedra bestand in einem architektonischen Denkmal von zwei Etagen Höhe. Der höher gelegene Theil bildete einen gegen die Altis geöffneten Halbkreisbau, der tiefere Theil war ein Wasserbassin, das durch flügelartige Vorsprünge der Exedra umfasst war. Das Wasserbecken war 3,43 m breit, 21,9 m lang und hatte eine Tiefe von ungefähr 1 m. Das Wasser floss aus marmornen Löwenköpfen in dasselbe. An den beiden Seiten erhoben sich offene, aus Marmor erbaute Rundtempel in korinthischem Stile, die Abdeckung bestand aus einem Zeltdach und einem reichgeschmückten Gebälk, das von acht Säulen getragen wurde. Unter den Rundtempeln waren Statuen aufgestellt. Die vordere Brüstung zierte ein aus Marmor gehauener Stier, als Symbol des fliessenden Wassers und seiner Triebkraft. Das Werk war von Herodes, wie einer Weihinschrift zu entnehmen ist, im Namen seiner Gattin Regilla dem Zeus geweiht worden. Der Umfassungsbau des Bassins war durch 21 Marmorstatuen geschmückt. Als Zeit der Erbauung ergiebt sich ungefähr das Jahr 160 n. Chr.

Interessant sind die aus den Wasserleitungsanlagen Olympias gezogenen Schlussfolgerungen, die in dem Werke über die Ausgrabungen in Olympia wie folgt lauten:

„Wird das vorhandene Material auf die darin erkennbaren Strukturprincipien geprüft, so ergiebt sich die Thatsache, dass zwei Hauptforderungen der modernen Technik für Thonrohrleitungen: „gleicher Querschnitt und gleichmässige Wandstärke“ nicht genügend berücksichtigt worden sind. Am meisten entsprechen die Formen der ältesten griechischen Leitungen diesen Anforderungen, indem bei denselben wenigstens der gleichmässige Querschnitt innegehalten wird, während Muffe und Mantelende der Thonröhren nur die Hälfte der Wandstärke des Mantels besitzen. Auch das Verhältniss der Wandstärke zum Durchmesser ist bei diesen Röhren ein passendes. In römischen Zeiten nimmt man hierauf gar keine Rücksicht. Da bestehen die Thonröhren aus Töpfen mit fehlendem Boden, welche in einander geschoben werden, sodass der Querschnitt in der Mitte der Töpfe manchmal um die Hälfte grösser ist als am Halse. Auch die Wandstärke differirt in gleichem Verhältnisse. An manchen Röhren beträgt sie am Halse nur 3—5 mm und hat in der Mitte bis zu 20 mm. Da die Thonröhren vielfach — wie bei Springbrunnenanlagen etc. — einem hydrostatischen Druck ausgesetzt wurden, so hat man auf die Dichtung der Röhren grosse Sorgfalt verwendet und fanden sich oft interessante Konstruktionen zur Festhaltung des Dichtungsmaterials (welches meistens aus reinem Kalk besteht).

Auch Dükeranlagen kamen mehrfach vor; darunter ist eine am Stadioneingange die interessanteste, weil dort die Muffen der Thonröhren mit Blei vergossen sind. Die Bleiröhren sind nicht gezogen, sondern aus gewalzten oder gehämmerten Platten zusammengebogen und längs der Naht verlöthet. Dass sowohl für die Ent- wie Bewässerungsleitungen keinerlei mathematische Berechnung aufgestellt ist, lässt sich mit Bestimmtheit behaupten. Es kommen in Bezug auf die Querschnitts- und Gefällsverhältnisse alle denkbaren Varianten vor.“

b) Griechische Kolonien. Fast so zahlreich wie die griechischen Pflanzstädte an den Küsten des Mittelmeeres sind, ist die Anzahl der Reste der einstigen Wasserversorgungsanlagen dieser Orte. Besonderen Reichthum weist auch in dieser Beziehung Kleinasien auf. Die Entstehung der Aquädukte auf dieser Halbinsel ist zwar auf die Thätigkeit verschiedener Völker zurückzuführen, in der Mehrzahl sind jedoch die Wasserleitungsbauten durch die Wirksamkeit oder wenigstens durch den Einfluss der Griechen und Römer entstanden. In vielen Fällen sind die ursprünglich von den Griechen geschaffenen Werke seitens der Römer einem Umbau unterzogen oder auch durch vollständig neue Anlagen ersetzt worden.

Bei einzelnen der Wasserversorgungsanlagen Kleinasiens ist nicht klar erkennbar, welchem Einfluss ihre Schaffung zu danken ist. Hierher gehören die Aquädukte von Amasia und die Anlagen auf den mithridatischen Burgen.

Amasia, im Norden der Halbinsel belegen, ist reich an Denkmälern der verschiedensten Art. Auch auf dem Gebiete der Wasserversorgung besitzt diese Stadt interessante Ueberreste. Der am Iris belegenen Stadt, die durch ihre Wasserfülle, ihre Weinberge und Obstgärten berühmt war und als die

Vaterstadt Strabons bezeichnet wird, ward das Wasser durch zwei unterirdische Kanäle von den umliegenden Bergen zugeführt.

Die grossen antiken Denkmäler, zu denen die Wasserleitungen Amasias gezählt werden müssen, werden von den türkischen Autoren Ferhad, dem Geliebten Schirins zugeschrieben. Nach den türkischen Sagen hat Ferhad den Kanal der Wasserleitung als Milchkanal zu den Schäfereien seiner Geliebten durch seine Riesen aus dem Felsen hauen lassen. Hamilton hat diese Wasserstollen näher untersucht und ihre Konstruktion derjenigen in anderen Kastellen Kleinasiens ähnlich gefunden. Nach Hamilton ist der eine Kanal nicht in den Felsen eingearbeitet, sondern aus Mauerwerk hergestellt und über der Erde, jedoch sehr versteckt, geführt. Die eine Quelle liegt etwa 300 Fuss tief und bildet ein kleines Becken, zu welchem steile Treppen hinabführen. Der Fels besteht aus hartem Kalkstein, der durch einzelne weichere Schieferschichten unterbrochen ist, an welchen Stellen künstliche Mauern zur Unterstützung errichtet sind.

Die zahlreichen Kastelle, mit welchen die Bergspitzen Kleinasiens geschmückt sind, weisen zum Theil bedeutende Anlagen zu ihrer Wasserversorgung auf. In dem Innern der Berge sind vielfach grosse Grabhöhlen und Gewölbe, sowie geräumige Wasserbehälter vorhanden, zu denen eigenartige Treppen hinabführen. Solche Behälter besitzen von den antiken Burgen namentlich die Mithridatischen, so Turkhall am Iris und Zela, woselbst nach Strabo die Sakäischen Feste gefeiert wurden.

Von den Wasserversorgungsanlagen Kleinasiens, deren Schaffung durch die Griechen mit Sicherheit festgestellt ist, und von den Werken dieser Gattung an den übrigen Küsten des Mittelmeeres, bei welchen dieser Einfluss ebenfalls zweifellos ist, sollen die der Städte Samos, Camiros, Smyrna, Ephesus, Patara, Methymna, Pergamon, Syrakus, Akragas, Kyrene, Antiochia und Alexandria näher beschrieben werden.

Ueber die Wasserversorgung von Samos giebt Herodot im dritten Buch seines Werkes eine Beschreibung. Der Stollen, durch welchen das Wasser der auf dem Berge Kastro befindlichen, ehemals Leucothea genannten Quelle der Stadt zugeführt wurde, war durch einen hundertundfünfzig Klafter hohen Berg gegraben worden. Die Länge dieses Tunnels giebt Herodot zu sieben Stadien gleich 3300 Fuss, die Höhe und Breite desselben zu je acht Fuss an. In diesem Tunnel war ein Graben angelegt, in welchem das frische Quellwasser floss, das mittelst Röhren in die am Fusse des Berges gelegene Stadt geleitet wurde. Der Tunnel ermöglichte in einfacher und bequemer Weise die Aufsicht über den Wassergraben, zu dessen beiden Seiten man gehen konnte. Als Baumeister dieses Werkes (6. Jahrhundert v. Chr.) nennt Herodot Eupalinos, des Naustrophos Sohn aus Megara. Bereits zur Römerzeit scheint die Anlage ausser Gebrauch gekommen zu sein, da die Reste einer anderen römischen Wasserleitung vorhanden sind.

Durch neuere Forschungen hat man eine sehr genaue Kenntniss dieses Werkes erhalten, das von Herodot als eines der drei grössten Werke aller Hellenen gepriesen wird. Die von Eupalinos zu lösende Aufgabe bestand darin, das Wasser einer starken Quelle, welche sich jenseits eines im Norden der Stadt liegenden Berges befindet, der Stadt in einer Leitung zuzuführen (s. Abb. 126, Seite 340).

Diese Aufgabe konnte in zweifacher Weise gelöst werden, durch Umgehung des Berges oder durch seine Durchbohrung. Man hat die letztere Lösung gewählt, eine Thatsache, welche, da hierbei ein 1000 m langer Tunnel herzustellen war, besonders hervorgehoben werden muss. Der nach Fabricius für die Gesammtanlage massgebend gewesene Gesichtspunkt, war der folgende: Durch die Wasserleitung sollte womöglich die gesammte Stadt mit gutem Trinkwasser versorgt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, musste die Hauptader des städtischen Leitungsnetzes möglichst hoch am Südabhange des Kastro entlang gehen, sodass sich durch Abzweigungen nach Süden das Wasser nach jedem Punkte der Stadt leiten liess. Als Anfangspunkt des Tunnels im Norden hat man eine Stelle gewählt, an welcher der Schutt durch Hinunterwerfen am Abhang leicht beseitigt werden konnte. Zur Verbindung dieses Ausgangspunktes mit der Quelle musste, da eine Ueberbrückung, weil zu sichtbar, nicht in Frage gekommen sein dürfte, die Leitung am rechten Bachufer so weit hinaufgeführt werden, dass sie unter dem Bachbett hindurch und somit dem Auge vollständig entzogen auf dieser Strecke angelegt werden konnte. Die Nothwendigkeit der unterirdischen Führung ist somit als der Grund für die Schleife, welche die Leitung oberhalb des Tunneleingangs ausführt, anzusehen. An dem Anfangspunkt der Leitung befindet sich ein Quellhaus von der Gestalt eines rechtwinkligen Dreiecks. In seinem Innern stehen 15 viereckige Pfeiler, die Ueberdeckung war in der Weise hergestellt, dass jeder Pfeiler mit den vier ihm zunächst stehenden, beziehungsweise mit der Wand durch aufgelegte Steinbalken verbunden und die Oeffnungen durch Platten geschlossen waren. Die längste Wandfläche ist etwas gerundet und hier strömt das Wasser in das Reservoir ein. Die Leitung von der Quelle bis zum Tunnel wird durch einen unterirdischen Gang gebildet, der gerade so hoch und so breit ist, dass ein Mann aufrecht darin gehen kann. Am Boden dieses Ganges lagen Röhren, durch welche das Wasser nach der Stadt floss. Die Länge der aus dem oben angeführten Grunde gekrümmten Leitung bis zum eigentlichen Tunneleingang beträgt 853 m. Diese Leitung ist dort, wo sie durch gewachsenen Fels geht, tunnelartig hindurchgebrochen; sonst sind die Wände in verbandlosem Polygonalbau aufgeführt und das Gerinne ist durch Steinplatten abgedeckt. Die Förderung des Ausbruchmaterials erfolgte durch Schachte, von welchen sich im Ganzen 20 finden und deren Tiefe bis 13,8 m beträgt. Nahe dem Tunneleingang befindet sich ein seitlicher Ausgang, durch welchen der Schutt gestürzt wurde. Die Thonröhren haben die in den Abb. 193 u. 194

dargestellte Formen, doch liegt keine Gewissheit vor, dass die aufgefundenen Rohre wirklich aus der Zeit der Erbauung stammen. Beide in ihrer Form allerdings verschiedene Röhren, haben dieselbe Konstruktion, der vorspringende Rand greift in den erweiterten Theil des folgenden Rohrstücks. Die Dichtung war durch einen feinen weissen Kitt bewirkt. Die Rohrweite ist durchschnittlich 0,18 cm. In jedem zweiten Rohr befindet sich ein rundes, roh hineingeschlagenes Loch von 10—15 cm Durchmesser, welches zum Zwecke der Reinigung angeordnet zu sein scheint. Die Leitung war sonach nie vollständig gefüllt. Das Hauptinteresse erweckt der Tunnel. Derselbe zeigt, wie Herodot berichtet hat, einen eigentlichen, 8 Fuss hohen und ebenso breiten Stollen und einen 20 Ellen tiefen Graben, in welchem die Röhrenleitungen lagen. Am Anfang und Ende musste der Tunnel, welcher mit Meissel oder Spitzhammer ganz in den gewachsenen Kalksteinfelsen gehauen ist, ausgebaut werden. Der Schichtung entsprechend, zeigt die Decke eine Senkung von Osten nach Westen. An den

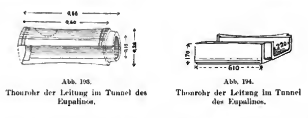


Abb. 193.
Thonrohr der Leitung im Tunnel des Eupalinos.

Abb. 194.
Thonrohr der Leitung im Tunnel des Eupalinos.

Wänden sind zahlreiche kleine Nischen eingehauen, in welche die Arbeiter ihre Oellampen aufgestellt hatten, von denen verschiedene gefunden wurden. Die Richtung des Tunnels ist gradlinig, und die Sohle ist ohne Gefälle angelegt. Nach dem Befund einer Stelle im Tunnelinnern glaubt man annehmen zu können, dass der Tunnel von zwei Seiten aus gebrochen worden ist, eine Bauweise, die nachweislich im Alterthum mehrfach zur Ausführung gekommen ist. (Es sei an den Emissar des Fuciner Sees und an den Siloahkanal erinnert.) Die beiden Stollen sind im Innern des Berges, etwas näher der Süd- wie der Nordseite, zusammengestossen. Der in gerader Richtung von Süden kommende Stollen läuft sich im Felsen todt. Auf der Westseite mündet $1^1/_2$ m vor dem Ende des von Norden kommenden Stollens ein Gang, der vor der Stelle der Einmündung 4 bis 5 m hoch ist. Diese ungewöhnliche Höhe ist dadurch zu erklären, dass der Boden des Nordstollens mehr wie einen Meter höher lag wie die Decke des Südganges und dass erst nach Durchschlagung des Südstollens das Zusammentreffen eintrat. Es ist noch zu erkennen, dass der Nordstollen ein Stück über dem Südstollen hinausgelaufen ist. Den Höhenunterschied beider Gänge glich man durch Abarbeiten des Bodens des Nordstollens um $2^1/_2$ bis 3 m aus. Auf den beiden Enden hatte das Gestein nicht genügende Festigkeit, und deshalb wurde an diesen Stellen der Tunnel ausgebaut.

Auf der Nordseite war solches auf einer grösseren Länge nöthig. Hier scheint ein Theil bereits im Alterthum eingestürzt und durch Mauern und ein halbcylinderförmiges Tonnengewölbe gesichert worden zu sein, eine Arbeit, die aus römischer Zeit stammen dürfte. Weiterhin ist eine Strecke in der Weise ausgebaut, wie dieses Abb. 195 zeigt, sodass bloss ein kleiner Gang verblieb.

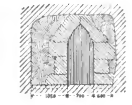


Abb. 195.
Querschnitt der ausgebauten Strecke des Wasserleitungstunnels von Samos.

Die eigentliche Wasserleitung lag, wie schon erwähnt, in einem tiefer liegenden Graben. Neun Meter vom Nordeingang mündet von Osten kommend, der ganz in den Felsen gebrochene Gang ein, in welchem die Röhrenleitung von der Quelle bis zum Kastro liegt. Die Sohle dieses Ganges liegt etwa 2,53 m unter der Tunnelsohle. Unmittelbar vor dem Zusammentreffen beider Gänge setzt sich der untere Gang fast rechtwinklig zu seiner bisherigen Richtung nach Süden fort und läuft dann unterhalb der Haupttunnelsohle weiter. Dieser untere Graben liegt auf der Ostseite des Tunnels. Querschnitt Abb. 196 zeigt eine Stelle, an welcher der untere Graben einen überdeckten Gang bildet und durch einen Schacht mit dem oberen Tunnel verbunden ist. Ob diese Ueberdeckung des Grabens an einer Stelle später ausgeführt ist oder nicht, bleibt unentschieden, durchgängig ist der untere Gang als Graben ausgebildet. An dem oberen Grabenrand sowohl wie auf der Ostseite des Tunnels sind viereckige Löcher ausgehauen, vermuthlich für Querbalken, die mit Bohlen belegt als Arbeitsbühne gedient haben dürften und auf welchen der Schutt gelagert sein wird. In Abständen von etwa 20 m ist der untere Gang mit Steinplatten überdeckt, und der über diesen Platten bis zur Tunnelsohle vorhandene Raum ist mit dem Schuttmaterial des Tunnels ausgefüllt, dessen weiter Transport auf diese Weise gespart wurde. An diesen Stellen laufen daher zwei Tunnel über einander her. Auf kurze Strecken ist der untere Gang, der an den überdeckten Stellen eine Höhe von 2—3 m besitzt, auch direkt als schmaler Tunnel durch den Felsen gebrochen.



Abb. 196.
Querschnitt durch den Tunnel und Graben der Wasserleitung des Eupalinos.

Die Tiefenlage des Ganges nimmt nach der Tunnelmündung hin zu, 30 m vor der Mündung geht der Gang nach Osten unter dem Abhang des Kastro nach der Stadt zu. An der Trennungsstelle beträgt die Tiefe 8,30 m. Abb. 197 zeigt den Grundriss des Südstollens mit der nach der Stadt führenden Abzweigung.

Es dürfte wohl im Hinblick auf die Unzuverlässigkeit der den antiken Ingenieuren für derartige Arbeiten zur Verfügung gewesenen Messinstrumente unzweifelhaft sein, dass die Entstehung des Grabens darauf zurückzuführen ist, dass der Tunnel nicht in dem erforderlichen Gefälle hergestellt wurde. Bei dem Ausbruch war es nicht allein erforderlich, die Axe, da ein Stollen von beiden Berglehnen aus vorgetrieben wurde, auf beiden Bergseiten genau festzulegen, sondern auch die Anfangspunkte mussten genau nach der Höhe bestimmt werden. Diese Aufgaben erfordern bekanntlich auch heute noch stets einen grossen Aufwand an Zeit und Mühe und können daher die bei dem vorliegenden Tunnelbau erreichten Resultate keineswegs überraschen.

Der Tunnel ist sehr lange in Benutzung geblieben. Die durch diese Leitung der Stadt zugeführte Wassermenge ist den Römern für ihren Bedarf jedoch nicht genügend gewesen und diese bauten daher eine aus der Gegend des Dorfes Myli (8 km entfernt) kommende neue Leitung. Wie jedoch römische Ausbesserungsarbeiten im Tunnel zeigen, ist auch dieser im Betrieb geblieben

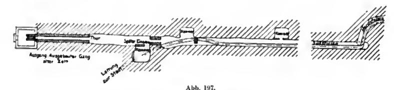


Abb. 197.
Grundriss des Südstollens der Wasserleitung von Samos.

und erst allmählich aus unbekannten Ursachen ausser Gebrauch gekommen. Etwa 24 m vor der Tunnelmündung am Osthange verlässt der Graben den Tunnel und die Leitung geht in dem als unterirdischen Gang ausgebildeten Graben weiter. Die anschliessende Stadtleitung ist in derselben Weise angelegt wie das Stück zwischen Quelle und Tunnel. Schachte führen von der Oberfläche in diesen Gang, in dem ebenfalls Röhren lagen. In der Stadt sind diese Schachte durch viereckige Steinplatten mit runder Oeffnung, in die runde Deckplatten hineinpassen, abgedeckt. Die Leitung reichte vermuthlich bis zu dem Hafen hinab, in dessen Nähe die Agora lag. Hier standen in einer Stoa nach einer in Tigani verbauten, antiken Inschrift zwei kunstvolle Wasseruhren, die, wie es scheint, Monat, Datum und Stunde anzeigten. Fabricius stellt die Vermuthung auf, dass diese Klepsydra wohl durch das Wasser der Leitung des Eupalinos gespeist wurde.

Zu den Hauptüberbleibseln des antiken Camiros auf Rhodus gehören die Reste der Wasserversorgungsanlagen. Auf der Akropolis ist eine unterirdische Gallerie vorhanden von 2 Fuss Weite, 6 Fuss Höhe und einer Länge von etwa 200 m. Von ihrem Endpunkte gehen drei Zweiggallerien aus von etwa 20 m Länge. Ausserdem zweigen von der Hauptgallerie eine grössere Anzahl

Seitengallerien ab, von denen keine eine grössere Länge als 9 m besitzt. Alle diese Gallerien enden an einem Schacht, der bis an die Erdoberfläche reicht. Die Sohlen der Schachte liegen tiefer wie diejenigen der Gallerien, nach Torr ein Beweis, dass die Anlage nicht zur Entwässerung gedient hat. Die Stadt selbst wurde durch eine Leitung versorgt, die in gerader Richtung durch den östlichen Theil des Akropolis-Hügels gebrochen war. Dieselbe endete in einer auf der Ostseite dieser Erhebung liegenden Cisterne. Die Speisung dieser Cisterne erfolgte durch Quellwasser, die Zuleitung besitzt eine Weite von 2 Fuss und eine Höhe von ungefähr 4 Fuss.

Die Stadt Smyrna wurde bereits im hohen Alterthume mit Wasser versorgt, das den in der Umgebung dieser Stadt liegenden Bergen entströmte. An den Seiten dieser Berge finden sich verschiedene Gewölbe und Wassergänge. Unter den Häusern liegen Gewölbe, deren Zugänge aus grossen Quadersteinen hergestellt sind. Von den Bauwerken, durch welche einst das Wasser in die Cisternen unter dem Kastell dieser Stadt geleitet wurde, sind nur noch spärliche Ueberreste vorhanden. Die Wasserleitung ist streckenweise in eine Mauer eingebaut und durch grosse viereckige, ineinander gefügte Steine gebildet, die röhrenförmig ausgehauen sind. Diese Röhre liegt eben über dem Grund, doch sind die Mauern bedeutend höher geführt und mit Strebepfeilern nnd Thürmen versehen, sodass es nicht ausgeschlossen erscheint, dass die Mauer gleichzeitig zur Abwehr feindlicher Angriffe gedient hat. Smyrna besass mehrere Wasserleitungen, durch welche dem Orte grosse Wassermengen zugeführt wurden.

Auch die Wasserleitung von Ephesus, die aus Tempeltrümmern erbaut wurde, ist in ähnlicher Weise in eine dicke Mauer ohne Bogen eingebaut. Der Wasserleitungskanal ist in einzelnen Mauerresten vier Fuss hoch und zwei Fuss breit.

In hohem Mafse sind die Ueberreste der Wasserleitung von Patara (angeblich nach dem Sohne Apollos und der Nymphe Lycia, Patarus, genannt) geeignet, die Beachtung zu erregen, dürfte doch dieses Werk die älteste bekannte griechische Heberkonstruktion besitzen. Dass an dieser Stelle die Griechen überhaupt zum ersten Male von einer Druckleitung Gebrauch gemacht haben, ist dagegen sehr wenig wahrscheinlich, da hierfür die Anlage zu bedeutend ist und angenommen werden muss, dass wohl zuerst bei kleineren Objekten von Druckleitungen Anwendung gemacht wurde und erst nach und nach die Erkenntniss von der Möglichkeit, mittelst Druckleitungen auch bedeutende Terraineinschnitte überschreiten zu können, gewonnen sein wird. Die Verwendung von Steinröhren zu Wasserleitungszwecken, die bei den Griechen, wie die angeführten Beispiele zeigen, eine weit verbreitete war, kam der Herstellung von Druckleitungen sehr zu statten. Ob die Schaffung von Heberleitungen eine Erfindung der Griechen ist, oder die Ausführung derartiger Anlagen in Anlehnung an das von anderen Völkern gegebene Beispiel geschah,



Abb. 198. Aquädukt von Patara.

ist zunächst noch eine offene Frage. Wahrscheinlich dürfte auch in diesem Falle die gleiche Erfindung bei verschiedenen Völkern gemacht worden sein. Wie Abb. 198 zeigt, besteht der Aquädukt von Patara aus einer Mauer, die aus unregelmässigen Steinblöcken errichtet ist und zwei Durchgänge besitzt. Die Bekrönung dieser Mauer, deren Länge 231 m, deren Stärke 2,95 und deren Höhe 9,6 m beträgt, wird durch eine Steinschicht von 0,8 m Höhe gebildet. Der mittlere horizontale Mauertheil bildet mit den beiden aufwärts gerichteten Schenkeln Winkel von 169 resp. 156 Grad. Dieser Syphon gehörte zu einer Wasserleitung, durch welche wahrscheinlich Patara versorgt wurde, ein Ort, dessen Gründung in die ältere Periode der hellenischen Geschichte fällt. Die Quellen, deren Wasser durch diese Anlage Patara zugeführt wurde, sind bis jetzt nicht ermittelt. Texier hat die Leitung etwa $^3/_4$ Stunden weit verfolgt. Die anschliessende Strecke ist horizontal und mit grossen Platten überdeckt. Die Ansicht Texiers, dass die Leitung aus Thonröhren bestand, welche von den durchbohrten Steinen des Siphons umschlossen waren, erklärt Belgrand, und wohl mit Recht, im Hinblick auf die Schwierigkeiten einer derartigen Konstruktion für unzutreffend.

Der Aquädukt von Patara ist auch darum um so bemerkenswerther, als in dem, von dem berühmten Xanthus durchströmten Lycien, das reich an einer grossen Anzahl viele interessante Alterthümer bergender Städte, wie Xanthos, Tlos, Telmissus, ist, bisher nur wenige Wasserversorgungsanlagen nachgewiesen worden sind, durch welche das Wasser aus grösserer Entfernung herbeigeschafft wurde. Wahrscheinlich erfolgte die Versorgung mit Wasser ausschliesslich durch Cisternen, deren Zahl sowohl in Lycien wie in Carien eine sehr bedeutende ist. Auf den Höhen haben diese Anlagen häufig eine flaschenartige Gestalt. Es sind grosse, runde, in sorgfältiger Weise gedichtete Becken, die mit halbkugelförmigen Kuppeln überwölbt sind. Das von der Kuppel abfliessende Wasser sammelt sich in einer Rinne an ihrem Fusse, von wo es durch kleine, in der Rinne enthaltene Oeffnungen in die Cisterne fliesst. An der Seite ist eine Thür, und einige Stufen führen in das Bassin hinab, sodass man zu jeder Zeit bequem Wasser schöpfen konnte.

In der Wasserleitung von Methymna auf Lesbos hat Koldewey ein weiteres Beispiel einer antiken griechischen Hochdruckwasserleitung nachgewiesen. Die Quelle, aus welcher die Stadt das Wasser bezieht, liegt 7 km östlich von Molivo. Die Leitung geht in sanftem Gefälle an den Hängen entlang, die Niederung zum Stadtberg überschreitet sie in einer Hochdruckleitung und endigt alsdann in einem kleinen Reservoir, von wo aus die Fortführung in starkem Gefälle nach den verschiedenen Laufbrunnen in der Stadt erfolgte. Der grössere Theil der Leitung ist unterirdisch verlegt. Sie besteht an den Gebirgsabhängen aus Thonröhren von 8 cm lichtem Durchmesser und 35 cm Länge. In Zwischenräumen von etwa 40 Schritt besitzt die Leitung Oeffnungen, damit das fliessende Wasser mit der frischen Luft in Berührung kommen

konnte. Die Hochdruckleitung besteht aus starkummauerten Thonröhren von 4 cm Wandstärke; dieser Theil ist in neuerer Zeit ausgebessert, doch glaubt Koldewey, dass auf einer kurzen Strecke sich die antike Methymnäische Leitung erhalten hat. Dieses Leitungsstück liegt in der Nähe des erwähnten Reservoirs, und besteht aus sechs ineinandergreifenden Trachytblöcken. Diese Blöcke sind äusserlich wenig bearbeitet, an den Stossfugen besitzt jedes Stück an dem einen Ende einen vorspringenden Rand, an dem anderen Ende eine vertiefte Muffe.

Im Anschluss an die beiden vorstehend beschriebenen Anlagen empfiehlt es sich, die technisch interessanteste Schöpfung der hellenischen Wasserwerksingenieure, die Hochdruckwasserleitung von Pergamon, zu besprechen. Von der Frage ausgehend, ob man sich während der Herrschaft der Attaliden, als sich die befestigte Ansiedlung noch auf den Berg beschränkte und der Markt, das Theater und die königliche Wohnung die höchsten Theile des Stadtberges einnahmen, mit der primitiven Wasserversorgung durch die vorhandenen

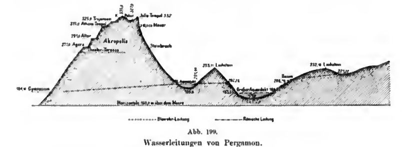


Abb. 199.
Wasserleitungen von Pergamon.

Cisternen oder durch Herbeitragen des Wassers begnügt habe, ist eine eingehende Untersuchung über die Wasserversorgungsart der Burg angestellt worden, die durch den Baurath Gräber bewirkt und später durch den Ingenieur Giebler ergänzt worden ist. Nach den gewonnenen Ergebnissen ist mit Sicherheit anzunehmen, dass thatsächlich zur Versorgung der hochgelegenen Theile eine Druckleitung zur Ausführung gekommen ist. Wenn auch der genaue Zeitpunkt nicht bekannt ist, so erscheint doch die Annahme, dass dieses Werk aus der Zeit der pergamenischen Könige stammt, durchaus berechtigt. Der höchst gelegene Punkt, welcher nach der Annahme mit Wasser zu versehen war, hat eine Höhe von + 332 m über der Meeressohle (Abb. 199). Um diese Höhe erreichen zu können musste eine Hochdruckleitung aus grosser Entfernung hierher geführt werden, da erst bei dem Hagios Georgios ein höherliegender Punkt erreicht wird. Zwischen diesem Punkt und der Burg liegen zwei Einsattlungen, deren tiefster Punkt auf + 172 resp. + 195 m liegt.

Auf dem Hagios Georgios-Berge hat Giebler in einer Höhe von + 367 m und in einer Entfernung von ca. 3,3 km von der Burg Pergamon eine Wasser-

kammer aufgefunden. Zwischen diesem Behälter und dem Ausflusspunkte der Wasserleitung auf der Burg war hiernach eine ausnutzbare Druckhöhe von 35 m vorhanden. Die Wasserkammer besteht aus zwei Abtheilungen, in einer derselben sollte jedenfalls das zugeleitete Wasser die mitgeführten erdigen und sonstigen unerwünschten Bestandtheile absetzen. Durch drei hochgelegene Oeffnungen floss das Wasser in die zweite Abtheilung und von hier in die Druckleitung. Diese Druckleitung war, wie sich aus den oben angeführten Daten ergieht, einem Drucke von 367—172 = 195 resp. 367—195 = 172 m Wassersäule, also einem Druck von 17—20 Atmosphären ausgesetzt. Keinesfalls kann der Druck unter 16 Atmosphären betragen haben. Bei diesem ausserordentlich hohen Druck konnten nur sehr starke Rohre Verwendung finden. Reste derselben sind nicht aufgefunden und die Frage, ob dieselben aus Blei oder, wie Giehler glaubt annehmen zu können, aus Bronce bestanden, ist vorläufig nicht bestimmt zu entscheiden. Die Trace dieser Leitung ist durch die Auffindung zahlreicher Lochsteine festgestellt worden. Diese Lochsteine haben eine Länge von 1,2—1,5, eine Breite von 0,6—0,7 m und eine Stärke von 20—25 cm. Die Entfernung dieser Steine von einander ist etwa 1,20 m. Sämmtliche Steine zeigen eine Durchbohrung von 30 cm Durchmesser. Zwischen den Steinen sind auf einzelnen Strecken Trachytplatten gefunden worden, die mit ihrer Oberkante in der Höhe der Unterkante der Löcher lagen. Nicht minder bemerkenswerth wie dieser Theil der alten Wasserleitung, ist die Zuführungsleitung nach der oben erwähnten Wasserkammer. Das Wasser kommt nach den Untersuchungen Schuchardts aus einer Entfernung von 60 km. Diese Zuführungsleitung besteht aus einer dreifachen Thonrohrleitung von 18 cm Durchmesser. Die Quellen liegen in dem Madaras-Dagh. Die aufgefundenen Thonrohre haben eine Stärke von 6—9 cm, die Länge der einzelnen Rohre ist 48 cm.

Während auf die aus der Römerzeit stammende Wasserleitung der Unterstadt erst später einzugehen sein wird, möge hier noch der übrigen älteren Wasserversorgungsanlagen Pergamons Erwähnung geschehen. An der östlichen Burgseite, ausserhalb der Stadtmauer, ist bei der Quelle Hagios Stratigos ein Theil eines griechischen Kanals vorhanden. Seine Höhe beträgt 1,6, die Breite 0,94 m. Der Kanal ist aus Quadern erbaut, die Abdeckung wird durch drei Platten gebildet. Zwei Platten sind schräg gestellt und liegt auf diesen die dritte Platte horizontal. Die gleiche Anordnung weisen die auf der Burg vorhandenen Entwässerungskanäle auf. Die erwähnte Leitung diente zur Ableitung des Wassers der vielen Quellen im Ketios-Thale. Während die Hochstadt vor Anlage der grossen Hochdruckleitung ausschliesslich auf Cisternenwasser angewiesen war, wurde durch den angegebenen Kanal die untere Stadt jedenfalls schon frühzeitig und so lange versorgt, bis die grosse römische Wasserleitung hinzukam.

Die Wasserleitungen von Syrakus nehmen unter den gleichartigen Schöpfungen einen wohlverdienten hohen Rang ein. In der Umgebung der Stadt

befindet sich ein ausserordentlich wasserreiches Gebirge, das sieben Flüsse entspringen lässt. Von denselben ergiesst sich der Anapos in den Hafen von Syrakus. Durch das Wasser dieses Flusses, sowie durch die Quellen des Crimitigebirges wurde die antike Stadt durch die Griechen in reichem Mafse mit Wasser versorgt.

Die nördliche Wasserleitung, von dem Crimitigebirge, ist die bedeutendere, daneben ist der Anaposaquädukt zu nennen.

Die Crimitiwasserleitung nimmt ihren Ausgang an zwei grossen rechteckigen Brunnen, die aus dem felsigen Untergrund gearbeitet sind und mit Vorrichtungen für das Hinabsteigen ausgerüstet gewesen waren. Die Quelle, welche diese beiden, unter einander durch einen Gang in Verbindung stehenden Brunnen, speist, ist nicht bekannt, ebenso sind die Einzelheiten des oberen Laufes des Aquädukts und seine Speisung durch anderweitige Brunnen von Schubring nicht ergründet. Die Wasserleitung erreichte die Stadt bei der unter Dionysius erbauten Burg Euryalos und speiste auch dieses Kastell. Die Leitung läuft alsdann in gerader Richtung östlich fort bis an das Ende von Tyche und den Anfang des Stadttheils Achradina, wobei jedoch eine Spaltung eintritt. Die eine Zweigleitung kreuzt das Anaposwasser, das über ihr wegfliesst, sie besitzt zahlreiche Schachtanlagen. Der zweite Strang ist der Aquädukt von Tremiglia, der in südlicher Richtung läuft.

Den dritten Strang nennt Schubring den Aquädukt des Nymphaeums. Diese Leitung hat zwei Gänge über einander, d. h. sie besitzt die gleiche Anordnung, welche der Tunnel des Eupalinos und eine Wasserleitung in Athen aufweisen. Schubring meint, der Zweck des oberen Ganges sei gewesen, das Wasser während der Zeit aufzunehmen, in welcher der untere gereinigt wurde, eine Annahme, die nicht sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. Die Tiefe der Schachte ist stellenweise bis 30 m. An einer Stelle hat der obere Gang eine Höhe von 4,9 m, der untere von 7,75 m, mithin ganz aussergewöhnliche Abmessungen. Die Wasserhöhe beträgt nur 0,42 m. Vor dem Nymphaeum ist die Leitung offen. Eine genauere Beschreibung der übrigen zahlreichen Abzweigungen erscheint nicht erforderlich.

Der Anaposaquädukt beginnt vor dem Einfluss der Buttigliarie in den Anapos bei der sogenannten presa oder chiusura dell' aquedotto. Der Einlauf des Wassers in den Aquädukt erfolgt unterirdisch, wie denn auch die Leitung unterirdisch in der linken Bergwand entlang geführt ist. Dieselbe verfolgt die Buttigliarie bis zu ihrem Einfluss in den Anapos und geht dann an diesem Flusse entlang bis zur Mitte zwischen den Einläufen der Buttigliarie und der Annunziata. An dieser Stelle fliesst ein Theil des Anapos in einem zweiten Aquädukt unterirdisch ab. In diesen Letzteren ergiesst sich bald darauf der Aquädukt des Buttigliarie. Die Leitung bildet von diesem Vereinigungspunkt an einen tief eingeschnittenen Kanal, der mit Steinplatten überdeckt ist. Das Gerinne ist mit einem weit geringeren Gefälle als dasjenige des Flusses ist,

geführt, sodass es allmählich gegen den letzteren eine höhere Lage erreicht. Die Leitung nimmt einzelne Quellbäche auf und besitzt eine sehr grosse Zahl Schachte (spiragli). Die Anaposleitung betritt bei dem Buffalaro das eigentliche Stadtgebiet und dürfte hier in früheren Zeiten zwei Wasserbecken gespeist haben. In der Gegend des Nymphaeums hört die Leitung auf und ihre weitere Fortsetzung ist bisher nicht bekannt geworden. Was die Zeit der Erbauung anbetrifft, so wird als der Schöpfer der Crimiti- oder Thymbriswasserleitung Gelon angesehen, der sie durch die bei Himera gefangenen Karthager habe herstellen lassen. Die Frage der Erbauungszeit des Anaposaquädukts lässt Schubring offen.

Von grossem technischen Interesse ist der Umstand, dass eine Wasserleitung nach der Insel Ortygia geführt war. Diese Leitung musste in dem Meeresgrunde verlegt werden und durch sie dürfte die viel besungene Quelle Arethusa gespeist worden sein. Gleich Syrakus wurde auch Megara durch unterirdische Aquädukte mit Thymbriswasser gespeist.

Ueber die Wasserleitung von Akragas auf Sicilien hat ebenfalls Schubring eingehende Ermittlungen angestellt. Diese Anlage verdankte dem Tyrannen Theron ihre Entstehung. Die von Schubring aufgefundenen Wasserstollen wurden benutzt, um eine ausserhalb der Stadt belegene Niederung, die man verschloss, mit Wasser zu füllen. Die Zahl dieser Wassergänge ist eine sehr bedeutende. Die Deicheinfassung ist theilweise durch natürliche Felswände, theilweise durch künstliche Mauerdämme bewirkt worden. Schubring hat einen der unterirdischen Wasserstollen näher erforscht, und gefunden, dass seine Länge eine Ausdehnung von mehreren Stunden besass. Der Querschnitt war 5×2 Fuss und war der Gang, soweit er Thonboden durchschneidet, mit schönen, grossen Quadern bekleidet. In bestimmten Zwischenräumen finden sich Luftschachte, die eine Höhe bis zu 100 m besitzen. Schubring führt eine grössere Anzahl von Wassergrotten und Gängen auf. Leider vermag er die Frage, ob die Akropolis in Akragas durch Leitungen mit Wasser versorgt worden ist, nicht zu beantworten. Der genannte Forscher nimmt an, dass, obgleich die zahlreichen Wasserstränge sich alle in die Niederung, woselbst der Fischteich belegen war, ergossen, das so zugeleitete Wasserquantum nicht gereicht haben muss, um das Bassin zu füllen, da ein hier befindliches Vorgebirge, auf welchem ein Tempel des Vulkan steht, von unterirdischen Stollen durchbohrt ist, die alle eine gleiche Richtung besitzen und jedenfalls von den Bergen weitere Wassermengen zuführten.

Von dem Aquädukt Kyrenes, der Hauptstadt der Pentapolis, sind auf grossen Strecken die Ueberreste erhalten. Die Leitung ist halb in den Fels gehauen, halb auf Bogen gebaut. Die Mauern bestehen aus sehr schönen, gleichförmigen Quaderreihen. Jeder Quader trägt auf der Innenseite einen Buchstaben, der einem verloren gegangenen Alphabet angehört. Die vielen Kanäle und Bassins unter den Trümmern einstiger Herrlichkeit wurden ver-

muthlich durch den Aquädukt gespeist. Eine zweite von dem Gebirge ausgehende Leitung versah das grosse Emporium Kyrenes, Apollonia, mit Wasser.

Dass die heidnische Prachtstadt des Orients, die einstige mächtige Kapitale des seleucidischen Königreiches, Antiochia, auch auf dem Gebiete der Wasserversorgung bedeutende Anlagen besass, kann nicht überraschen.

Die Lage Antiochias am Orontes, der im Alterthume durch die Mitte der Stadt floss, und am Fusse von Höhen, aus deren Zwischenthälern und Klüften das Wasser vieler Quellen und mehrere Bergströme herabkommen, sicherten der Stadt einen grossen Wasserreichthum. Fast jedes Wohnhaus hatte seinen eigenen Brunnen. Zahlreiche Privat- und öffentliche Bäder trugen zur Annehmlichkeit und zur Gesundheit der Stadtbewohner und nicht weniger zu dem Lobe und Ruhme dieser Stadt bei. Die von den Bergen nicht selten herabstürzenden Wassermassen zwangen zu kostspieligen Bauten, um die Verheerungen zu verhüten oder abzuschwächen. Die zur Bändigung der Gewässer errichteten Bauten, wie: Dämme, Aquädukte, Kanäle und Bassins, gewährten wiederum manche Vortheile und Genüsse. Um die Gewalt der Winterströme zu brechen, wurden 60 Fuss hohe Quermauern erbaut, die mit Kanalöffnungen versehen wurden, vor welche eiserne Gitterthüren geschoben werden konnten. Der Name für diese Vorrichtung, das Eisenthor (Bal el hadid), hat sich bis heute erhalten. Ueber dieses Thor führte gleichzeitig ein Aquädukt. Die Wasserleitungen Antiochiens verdanken, wie die Stadt selbst, ihre Entstehung verschiedenen Zeitperioden. Während die älteren Anlagen unter den Seleuciden hergestellt worden sind, wurden die neueren Bauten durch die Römer zur Ausführung gebracht. Eine genau begrenzte Scheidung zwischen beiden Schöpfungen ist noch nicht vollständig durchzuführen, wenngleich einzelne Theile mit Sicherheit als aus der früheren Periode stammend bezeichnet werden können. Hierzu sind die Gewölbe unter dem alten Kastell der Stadt, die als Cisternen dienten, sowie ein zwischen diesem und einem westlich gelegenen Berge vorhandenes rundes Bassin zu rechnen. Der Durchmesser dieses Wasserbehälters beträgt 53 Fuss. Innerhalb der Stadt gab es auf der Ostseite zwar verschiedene Quellen, die höheren Parthien und der übrige Theil der Stadt, welcher in der Ebene lag, mussten jedoch durch künstliche Wasserleitungen versorgt werden. Dieses Wasser wurde von einem etwa 7 Kilometer entfernten Orte zugeführt, woselbst der Boden ausserordentlich quellenreich ist. Das Wasser wurde in Kanälen, welche aus Quadern hergestellt sind, und deren Querschnitt etwa 2×1 m beträgt, aufgefangen. Zur Reinhaltung sind in bestimmten Entfernungen Einsteigeschachte mit gemauerten Stufen angelegt. Ungefähr $1^1/_2$ Kilometer von dem Anfangspunkte entfernt, überschreitet die Wasserleitung ein Thal mittelst eines gemauerten Aquäduktes, von welchem noch 21 grosse Schwibbogen vorhanden sind. Dieses Bauwerk ist eine Schöpfung der Römer. Die Leitung geht im weiteren Verlaufe über zwei kleine Flussläufe gleichfalls mittelst gemauerter Bogen hinweg. Von den älteren Anlagen aus der Zeit der syrischen

Herrscher sind bei der Quelle Zoiba, etwa 2 Meilen südwestlich von Antiochia, Reste aufgefunden worden. Man glaubt, dass an dieser Stelle aller Wahrscheinlichkeit nach das im Alterthum so berühmte Daphnaeum gelegen hat.

Durch die natürlichen Verhältnisse war es bedingt, dass die Wasserversorgung von Alexandria in einer von den bisher beschriebenen Anlagen abweichenden Art und Weise erfolgte.

Die Versorgung Alexandrias mit Trinkwasser geschah durch unterirdische Zuleitungskanäle (s. Abb. 139, S. 408). Diese Kanäle folgen fast sämmtlich der Richtung der Querstrassen nach den Häfen hin, einer läuft auf der Ostseite der Hauptquerstrasse. Zwei dieser Zuleitungen vereinigten sich und gingen über den Damm nach der Pharus-Insel. Die Speisung der Vertheilungskanäle, die 360 Cisternen füllten, erfolgte durch den Kanal von Alexandria, von welchem

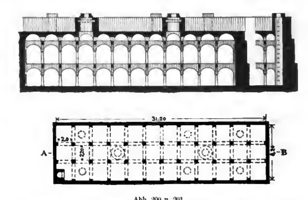


Abb. 200 u. 201.
Längenschnitt und Grundriss einer zweistöckigen Cisterne in Alexandria.

bereits in dem Kapitel „Bewässerungsanlagen" die Rede war. Dieser Wasserlauf war, da er das sonst der Stadt mangelnde süsse, frische Trinkwasser zuführte, von besonderer Bedeutung. Als Diocletian bei Belagerung der Stadt die Wasserzufuhr abschnitt, musste sie sich übergeben. Die Speisekanäle sind verhältnissmässig eng, sie besitzen eine grössere Anzahl viereckiger Schachte, die zum Hinabsteigen bei Vornahme der Reinigungsarbeiten dienten. Sobald das Wasser bei dem Eintreffen der Nilanschwellung einen genügend hohen Stand erreicht hatte, wurden die Zuleitungskanäle geöffnet und das Wasser den Cisternen zugeführt. Dieses geschah unter Beobachtung einer sehr feierlichen Ceremonie. Nach erfolgter Füllung der Cisternen wurden die Kanäle wieder gesperrt und das Nilwasser floss dann wiederum in das Meer ab. Die Konstruktion der antiken Cisternen Alexandrias ist zum Theil hochinteressant, diese Bauten gehören ihrer Zahl und Ausstattung nach zu den bedeutendsten antiken Anlagen der Stadt.

Die Form der Cisternen ist eine sehr mannigfaltige; die meisten sind in verschiedene Räume getheilt. Viele besitzen drei und sogar selbst vier Etagen übereinander, welche in der Weise angeordnet sind, wie dieses die Abb. 200—203 erkennen lassen. Die Säulen bestehen gewöhnlich aus schönem, rothem Granit von Syene. Der Boden besitzt in der Regel Gefälle nach dem Brunnen hin. Die Zuflussöffnungen befinden sich oft über dem höchsten Wasserspiegel desjenigen Kanals, der zur Füllung bestimmt war. Man war daher früher, wie auch jetzt noch gezwungen, das Wasser mittelst Schöpfräder zu heben. Dasselbe wurde alsdann in kleine Rinnen gegossen, die das Wasser nach den Behältern leiteten. Die kleineren Cisternen lagen unter den Häusern, zu welchen sie gehörten, die grösseren Cisternen waren jedenfalls für die öffentliche Benutzung bestimmt.

Im Anschluss an die Wasserleitungsbauten der Griechen sollen nachstehend die in den Piratenstädten Kleinasiens entstandenen Werke dieser

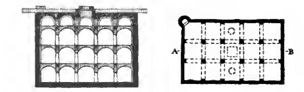


Abb. 202 u. 203.
Längenschnitt und Grundriss einer dreistöckigen Cisterne in Alexandria.

Gattung besprochen werden, bei deren Schöpfung sich vielfach griechischer resp. in manchen Fällen römischer Einfluss geltend gemacht haben wird.

Der in Pamphylien und Cilicien bis nach Isaurien hinein an der Südküste Kleinasiens vorhandene Reichthum an mächtigen Befestigungen, Kastellen, Hafenanlagen nnd Aquädukten verdankt seine Entstehung zum grössten Theile den hier einst herrschend gewesenen Piraten, deren Herrschaft an diesem Küstenstrich etwa ein und ein halbes Jahrhundert (bis etwa 65 v. Chr.) dauerte. Die zu den grössten Sklavenmärkten des Alterthums gehörende Stadt Side wurde durch einen Aquädukt mit Wasser versorgt. Die Bewohner dieser Stadt waren echte Emporkömmlinge, die den durch Seeraub, Hehlerei und Sklavenhandel erworbenen immensen Reichthum zur Verschönerung nnd zur Bequemlichkeit ihres Daseins ausgaben. Noch geben ungeheuere Monolithe von Säulen, die zu ausgedehnten Hallen gehörten, sowie die Reste von Wasserkünsten in zopfiger Pracht Kunde von dem einstigen Glanze dieses Räubernestes.

Die Bauten bei Koryos und Elaeusa, der einstigen Prachtresidenz des Archelaus, rufen deshalb besondere Bewunderung hervor, da sie in einer Gegend liegen, die heute eine reine Steinwüste ist und es geradezu räthselhaft erscheint, wie es möglich war, dass hier eine zahlreiche Bevölkerung existiren konnte.

Der Reichthum der vorhandenen Ruinen setzt eine einstige starke Population unbedingt voraus. Die Reste der Wasserversorgungsanlagen von Koryos zeigen, dass besondere Sorgfalt auf die Erlangung von ausreichendem Wasser gelegt war. In den Fels sind grosse Reservoirs gehauen, drei Aquädukte führten der Stadt das Wasser zu. Zwei von ihnen durchsetzen das im Westen der Stadt belegene enge Thal auf doppelten Bogenstellungen. Die Länge dieser beiden Leitungen ist keine sehr grosse, die dritte kommt aus weiter östlicher Ferne und steht mit dem Lamas Su, der drei und eine halbe Stunde entfernt fliesst. in Verbindung. Sie ist über viele Thäler auf einfachen oder doppelten Bogenstellungen bis zur Stadt geführt.

In der Nähe von Elaeusa, anderthalb Stunden von Ajasch, befindet sich ein kleiner Bach mit einer aus dem Felsen gehauenen Vertiefung, die zu einem Wasserbecken führt, das 100 Fuss lang, 50 Fuss breit und 28 Fuss tief ist. Dieses Becken ist mit einem Spitzbogengewölbe überdeckt, das auf Pfeilern ruht. Dicht an diesen Wasserbehälter stossen die Ruinen eines alten Kastells und eines Palastes mit Bogengängen, Balkonen, Thürmen, Wendeltreppen und dergleichen, und es befindet sich daselbst eine grosse griechische Inschrift.

Die im Mündungsgebiet des Kalycadnus belegene Stadt Selefkeh, zeigt in einem sehr grossen, aus dem Fels gehauenen Wasserbecken von 150 Fuss Länge, 75 Fuss Breite und 35 Fuss Tiefe und in dem Aquädukt von Meramlik die Reste der einstigen Wasserleitungsanlagen. Zu den Trümmern von Anamur gehört der Unterbau eines riesigen Aquädukts, der aus kyklopischem Mauerwerk besteht und eine Höhe von 40—50 Fuss besitzt.

Wie die meisten der bereits aufgeführten Werke heute in Menscheneinöden liegen und vielfach nur mühsam zugänglich sind, so gilt ein Gleiches auch von den Ruinen des antiken Perge. Perge besteht, wie eine grosse Anzahl antiker Städte, aus der oberen und unteren Stadt. Die Wasserversorgung der oberen Stadt erfolgte, wie in ähnlichen Fällen durch Cisternen. Im unteren Stadttheil fliesst durch die einstige Agora ein Bach in einem Marmorbett. An seinen Seiten befinden sich Löwenrachen, durch welche bei einer Ueberfüllung das Wasser abfliessen konnte. Das Wasser wurde der Stadt mittelst eines zwar nur niedrigen, aber sehr schön gebauten Aquädukts von einer benachbarten Anhöhe zugeleitet und wurde über die ganze Stadt vertheilt.

In der Ruinenstadt Termessus befinden sich neben Bauten aus der Sarazenenzeit seltsame Aquädukte, welche die Stadt nach allen Richtungen hin durchziehen. Sie gehen von einem grossen Kanal aus und ruhen auf Mauern von 10 Fuss Höhe. Ein Kanal von 8 Fuss Breite und 3 Fuss Höhe, aus grossen Kalksteinplatten erbaut, durchzieht in einer Länge von 300—400 Schritt die ganze Ruinengruppe. An seinen Seiten sind Steintafeln mit rohen Skulpturen angebracht, Abbildungen von Fischen und anderen Thieren darstellend. Ausserdem sind an den Seiten Sitze für Spaziergänger angeordnet. Die Akropolis

von Termessus besteht aus zahllosen Bauten, Wohnungen, Gräbern und Felshöhlen, sowie aus in Stein gehauenen Treppen. Die Wasserversorgung geschah durch eine Unzahl Cisternen, die überall den Boden unterteufen.

Die gepflasterte Agora, einst von einer grossen Anzahl von Prachtgebänden umgeben, steht über dem grössten Bassin. Von allen Seiten stürzen sich die Winterströme und Gewitterbäche über getäfelte Bahnen in diese Behälter. Die von Felsblöcken bedeckten und von Dornendickicht überwucherten Anlagen werden seit Jahrhunderten nur noch hin und wieder zum Tränken von Ziegenherden benutzt und gewähren ein anschauliches Bild der Vergänglichkeit aller irdischen Herrlichkeit.

7. Wasserversorgungsanlagen der Römer.

Der Höhepunkt in der Entwicklung des antiken Wasserversorgungswesens wurde durch die Thätigkeit des römischen Volkes erreicht, wenn auch hinzugefügt werden muss, dass in technischer Beziehung die Schöpfungen der Römer auf diesem Gebiet den griechischen Werken gegenüber keinen Fortschritt aufweisen.

In allen Theilen ihres ausgedehnten Reiches liessen die Römer Spuren ihrer staunenswerthen Thätigkeit auch in diesem Zweige der Ingenieurtechnik zurück, und diese Ueberreste haben in erster Linie zum Ruhme der römischen Ingenieure beigetragen.

Die Anschauungen der Römer über die von einem zu Genusszwecken bestimmten Wasser zu fordernden Eigenschaften waren durchaus zutreffende. Ein gutes Wasser durfte hiernach beim Stillstehen keine Niederschläge bilden und keinen Geschmack und Geruch besitzen, Gemüse musste sich leicht in demselben kochen lassen. Um dem Wasser seine Frische zu erhalten, schützten die Römer es vor der Einwirkung des Lichts und sorgten für Luftzutritt. Das der Stadt Rom durch Aquädukte zugeführte Wasser wussten die Römer sehr wohl nach ihrer Qualität zu unterscheiden. Vitruv beschreibt genau die mit dem Wasser anzustellenden Untersuchungen. Diese Angaben haben den folgenden Wortlaut:

„Bewährung des Wassers. Man probirt und bewährt das Wasser folgendermassen: Ist es ein am Tage fliessendes Wasser, so beobachte man mit vieler Aufmerksamkeit, bevor man es zu leiten anfängt, die körperliche Beschaffenheit der in der Nähe wohnenden Menschen. Sind diese stark, von frischer Gesichtsfarbe, und leiden sie weder an Fusskrankheiten, noch an triefenden Augen, so ist das Wasser bewährt. Ist aber die Quelle erst neu aufgegraben, so bespritze man ein Gefäss von korinthischen oder anderen guten Erzen mit dem Wasser, und macht es keine Flecken darauf, so ist es sehr gut. Auch koche man es in einem Kessel ab, lasse darauf es sich setzen und endlich ablaufen, findet sich alsdann weder Sand noch Schlamm auf dem Boden,

so ist es gleichfalls bewährt. Ferner ist es ein Zeichen von gutem, gesundem Wasser, wenn ein darin auf das Feuer gesetztes Gemüse geschwind kocht. Nicht minder erweiset sich ein Wasser dadurch als rein und äusserst gesund, wenn es in seiner Quelle klar und durchsichtig aussieht, und überall, wo es fliesst, weder Moos noch Binsen zeugt, noch sonst Unrath zurücklässt."

Ueber die Art und Weise wie Quellen aufzufinden sind, sagt Vitruv:

„Aufsuchung des Wassers". Die Aufsuchung des Wassers kostet keine Mühe, wo lebendige Quellen am Tage vorhanden sind. Wo dergleichen aber nicht von selbst aus der Oberfläche der Erde entspringen, muss man unter der Erde nach ihrem Ursprunge graben, und sie sammeln. Zu diesem Zwecke beobachte man Folgendes: Erstlich lege man sich vor Aufgang der Sonne an den Orten, wo man nachsuchen muss, platt auf die Erde nieder, stelle und stütze das Kinn auf den Boden und schaue also über die Fläche der Erde hin. Da auf solche Weise das Kinn feststeht, so kann der Blick sich nicht höher erheben, als er soll, sondern bestreicht in wagerechter, steter Richtung die Gegend. An den Orten nun, wo man kräuselnde Dünste aufsteigen sieht, da schlage man ein; denn dieses Merkmal, welches man nie an einem trocknen Orte beobachten wird, ist untrüglich. Ferner merke man beim Nachsuchen auf die Beschaffenheit der Orte. Schon daraus lässt sich abnehmen, wo Wasser vorhanden ist. In kreidigem Boden sind die Adern weder tief, noch reichhaltig, noch von gutem Geschmack. Im Staubsande sind sie gleichfalls sparsam, in der Tiefe aber schlammig und unlieblich. Im schwarzen Erdreiche trifft man bloss einen Schweiss und geringe Tropfen an, welche sich zur Winterzeit vom Regen sammeln und an dichten und festen Stellen zusammenfliessen. Sie haben den besten Geschmack. Im Kiessande finden sich nur mässige und ungewisse Adern. Auch sie sind von vorzüglichem Geschmack. Im Sande und im Karbunkel giebt es gewissere und beständigere Adern, ebenfalls von gutem Geschmack. Der Rothstein ist reichhaltig an sehr gutem Wasser, nur dass es in dem Raume zwischen den Adern verrinnt und versiegt. Noch reichhaltigere Adern giebt es am Fusse von Gebirgen und Kieselfelsen; diese sind auch kälter und gesünder. In Quellen in der Ebene ist das Wasser salzig, schwer, lau und unlieblich, ausser wenn es aus Gebirgen unter der Erde wegläuft und mitten auf der Fläche entspringt. Wird es hier gar noch von Bäumen beschattet, so ist es vollkommen so lieblich, als in Bergquellen. Ausser den angeführten Kennzeichen der Orte, worunter Wasser zu finden ist, gehört auch dieses hierher, wenn irgendwo von selbst Binsen wachsen, oder wilde Weiden, Erlen, Keuschbäume, Rohr, Epheu und dergleichen Gewächse mehr, welche schlechterdings ohne Feuchtigkeit weder hervorwachsen noch fortkommen. Es pflegen zwar dergleichen auch in Lachen sich zu befinden, welche tiefer als das übrige Land liegen, und worin das Regenwasser von den Aeckern zusammenfliesst und den ganzen Winter über, auch wohl noch länger, ohne zu versiegen, stehen bleibt, allein solchen ist nicht zu trauen, sondern bloss in

Gegenden und Orten ist nachzusuchen, wo es keine Lachen giebt, und die erwähnten Gewächse ungesäet, ganz von selbst wachsen. An Orten, wo dergleichen Merkmale nicht anzutreffen sind, hat man folgendermassen zu verfahren: Man grabe ein Loch in die Erde, drei Fuss lang und breit, und nicht unter fünf Fuss tief. Gegen Westen setze man umgestürzt ein inwendig mit Oel ausgestrichenes kupfernes oder bleiernes Gefäss oder Becken, was zuerst bei der Hand ist, hinein. Darauf decke man die Grube oben mit Rohr oder Laub zu und schütte Erde darauf, eröffne sie aber nicht eher als den andern Tag. Finden sich alsdann Tropfen in dem Gefässe, so ist Wasser an dem Orte anzutreffen. Oder man stelle ein ungebranntes irdenes Geschirr in die Grube und bedecke dieses auf die nämliche Art. Falls Wasser an dem Orte befindlich ist, wird bei Eröffnung das Geschirr feucht, oder gar von der Nässe aufgelöst sein, auch kann man einen Flausch Wolle in die Grube legen. Vermag man am folgenden Tage daraus Wasser zu drücken, so ist dies ein Zeichen, dass auch eine Ader davon an dem Orte vorhanden ist. Ingleichen setzt man eine wohl zurecht gemachte, mit Oel gefüllte Lampe brennend, aber bedeckt, in das Loch; findet man sie am folgenden Tage, ungeachtet noch Oel und Docht vorräthig ist, verlöscht und mit Feuchtigkeit überzogen, so zeigt dieses gleichfalls an, dass Wasser an dem Orte vorhanden ist; denn Wärme zieht allemal die Feuchtigkeit an sich. Endlich, wenn man an diesem Orte Feuer anmacht, und es steigt, sobald die Erde erwärmt und erhitzt ist, ein nebeliger Dunst auf, so ist daselbst ebenfalls Wasser befindlich. Hat man diese Versuche angestellt und die angegebenen Merkmale gefunden, so senke man an dem Orte einen Brunnen ab, und trifft man auf eine Wasserquelle, so grabe man noch mehrere Brunnen da herum und vereinige sie alle miteinander durch eine unterirdische Höhle. Uebrigens sind die Quellen vorzüglich in Gebirgen und in mitternächtlichen Gegenden zu suchen. Sie sind dort lieblicher, gesünder und reichhaltiger, weil sie abwärts von der Sonnenbahn liegen, auch viele buschige Bäume und die Berge selbst mit ihrem Schatten verhindern, dass die Sonnenstrahlen nicht gerade in die Erde eindringen und die Feuchtigkeit herausziehen. Es sammelt sich auch das Regenwasser vornehmlich in den Bergthälern, und hält der Schnee sich dort wegen der Dichtigkeit der Wälder, im Schatten der Bäume und Berge desto länger; schmilzt er endlich, so sickert das Thauwasser durch die Erdlagen hindurch, bis es unten zum Fusse des Gebirges gelangt, wo es dann als eine sprudelnde Quelle hervorbricht. In Ebenen dagegen kann es keine Wasseradern geben, oder giebt es auch dergleichen, so können sie doch nicht gesund sein. Die heftige Sonnenhitze, der ganz und gar kein Schatten entgegensteht, zieht alle Feuchtigkeit der Fläche an sich, und kommt dennoch eine Wasserader zum Vorschein, so nimmt der ungehinderte Luftzug die zartesten, reinsten und gesundesten Theilchen davon hinweg und verwehet sie in den Dunstkreis, und nur die schweren, harten, unliebsamen Theilchen bleiben in der Quelle zurück."

Zur Sammlung und zum Schutz gegen äussere Einflüsse wurden von den Römern an den Quellen in derselben Weise wie solches von den Griechen geschah, Quellhäuser erbaut. Ein derartiges altes Haus hat man bei Tusculum aufgefunden. Dasselbe besitzt einen oblongen Innenraum, dessen Bedeckung noch mittelst überkragender Steine beschafft worden ist. Die Fortleitung des Wassers von der Quelle nach der Stadt erfolgte in gemauerten Kanälen oder in Röhren. Die gemauerten Kanäle besassen eine grade Sohlfläche, ihre Ueberdecknng erfolgte in der Regel durch Platten oder mittelst Gewölbe.

Vitrnv giebt über die Erbauung der Wasserleitungen die folgenden Lehren: „Man leitet das Wasser auf dreierlei Art, nämlich entweder in einem Gerinne, durch gemauerte Wasserläufe oder in bleiernen oder in irdenen Röhren. Bei gemauerten Wasserläufen wird erfordert, dass das Mauerwerk auf das allerstärkste aufgeführt, und dass die Sohle des Gerinnes genau abgewäget werde, sodass das Gefälle auf hundert Fuss nicht unter einem halben Fuss betrage. Auch müssen solche Wasserläufe überwölbt werden, damit nicht die Sonne das Wasser treffe. Falls sich zwischen der Quelle und der Stadt Gebirge finden, so ist also zu verfahren: Man treibe durch das Gebirge eine Grube hindurch, deren Gefälle nach obiger Anweisung abzuwägen ist, und besteht das Gebirge aus Gestein, so baue man gleich darin den Wasserlauf; ist die Sohle aber Erde oder Sand, so mauere und wölbe man die Grube aus und führe alsdann das Wasser darin fort. Uebrigens muss alle hundertundvierzig Fuss ein Wasserschacht auf dieselbe niedergesenkt werden. Bei Rohrleitungen von Blei muss man gleich bei der Quelle selbst ein Wasserschloss anlegen. Darauf sind von diesem Wasserschlosse bis zu dem in der Stadt die Röhren, welche mit der Menge des Wassers in Verhältniss stehen, zu führen. Die Röhren dürfen nicht kürzer als zehn Fuss gegossen werden. Eine hundertzöllige Röhre (centenaria fistula) muss bei solcher Länge 1200 Pfund wiegen; eine achtzigzöllige 960 Pfund; eine fünfzigzöllige 600 Pfund; eine vierzigzöllige 480 Pfund; eine dreissigzöllige 360 Pfund; eine zwanzigzöllige 240 Pfund; eine fünfzehnzöllige 180 Pfund; eine zehnzöllige 120 Pfund; eine achtzöllige 96 Pfund; und eine fünfzöllige 60 Pfund. Das Mass der Röhren wird nach der Anzahl der Zolle benannt, welche die Platten, bevor sie krumm gebogen werden, in der Breite halten, und so heisst eine Röhre, welche aus einer 50 Zoll breiten Platte verfertigt wird, eine fünfzigzöllige Röhre, und so weiter in Ansehung der übrigen. Dies ist die Einrichtung einer bleiernen Rohrleitung. Trifft es sich, dass die Quelle zwar mit Bezug auf die Stadt das gehörige Gefälle hat, dass aber die dazwischen liegenden Berge nicht von einer solchen Höhe sind, welche hinderlich ist, so sind in den Zwischentiefen genau abgewägte Unterbaue anzulegen; oder man kann auch, falls der Umweg nicht zu gross ist, die Röhren um das Gebirge herumführen. Wofern die Thäler aber von grosser Ausdehnung sind, so leite man die Röhren am Abhange hernieder; unten in der Tiefe aber mache man einen nicht hohen Unterbau, sodass eine sehr lange horizontale Ebene

entstehe. Diese wird der Bauch — venter —, bei den Griechen aber Koilia genannt. Wenn darauf das Wasser zu dem gegenüberliegenden Hügel gelangt, so wird es daselbst, weil es in der langen Strecke des Bauches allmählich anschwillt, bis oben auf den Hügel hinaufgetrieben. Allein legt man unten im Thale weder Bauch noch wagrechten Unterbau, sondern bloss ein Knie — geniculus — an, so zersprengt der Druck des Wassers die Röhren. Auch müssen im Bauche Luftlöcher angebracht werden, um die Gewalt der eingeschöpften Luft zu brechen. Eine nach dieser Methode eingerichtete Rohrleitung von Blei ist die allerbeste, das Wasser bergabwärts, um Gebirge herum, durch Gründe und bergaufwärts zu leiten. Von grossem Vortheil aber wird es zugleich sein, wenn, nachdem das Gefälle von der Quelle bis zur Stadt abgewägt worden ist, alle 24000 Fuss Wasserschlösser angelegt werden, damit man, wenn die Röhren irgendwo schadhaft werden, nicht nöthig habe, das ganze Werk zu zerstören, sondern gleich die schadhafte Stelle ausfinden kann. Nur müssen diese Wasserschlösser weder bergabwärts nach unten im Bauche, noch bergaufwärts, noch überhaupt im Thale, sondern auf ununterbrochener Ebene eingebaut werden. Allein will man mit geringeren Kosten Wasserleitungen anlegen, so verfertige man sie auf folgende Weise: Man mache gebrannte thönerne Röhren nicht unter 2 Zoll dick und an dem einen Ende spitzig, dass eine in die andere geht und sich genau einschliesst. Sodann vergiesse man die Fugen der Zusammenfügung mit lebendigem Kalk, welcher mit Oel angemacht worden ist, und da, wo sowohl die bergabwärtskommenden als die bergan wärtsgehenden Röhren mit der Horizontalebene des Bauches einen Winkel machen, bilde man ein Knie aus einem durchbohrten rothen Stein, in welchen hier, wo der Hügel sich neigt, die letzte herabkommende und die erste Röhre des Bauches, und dort wo der Hügel sich erhebt, des Bauches letzte und die erste aufwärts gehende Röhre sich einpressen. Nachdem die Röhren sowohl in der Ebene, als bergab und aufwärts der Abwägung gemäss gelegt worden sind, ist auch dafür zu sorgen, dass sie nicht aus ihrer Lage gehoben werden können; denn es pflegt ein so heftiger Wind sich in den Wasserleitungen zu erzeugen, dass er sogar die Kniesteine zersprengt, wenn man nicht gleich Anfangs bei der Quelle das Wasser gemach und sparsam einlässt, auch jedes Knie oder jeden Bug durch Bänder befestigt, oder mit Lastsand beschwert. Im übrigen ist alles, wie bei den bleiernen Röhren, einzurichten. Das Einzige ist noch zu beobachten, dass beim ersten Einlassen des Wassers in die Rohrleitung Loderasche mit hineingethan werde, um die Fugen, wo sie etwa nicht genügsam vergossen sind, damit zu verstopfen. Falls keine Quelle, woraus Wasser zu leiten ist, vorhanden ist, muss man Brunnen graben. Beim Brunnengraben darf man aber nicht ohne Nachdenken zu Werke gehen. Man muss mit grosser Aufmerksamkeit und Sorgfalt die natürliche Beschaffenheit des Orts beobachten; weil es gar viel und mancherlei Erdarten giebt. Gleichwie alle übrigen Dinge, besteht auch die Erde aus vier Grundstoffen, nämlich aus

sich selbst, aus Wasser, daher die Quellen, aus Feuer, daher Schwefel, Alaun, Harz — bitumen — und endlich aus Luft, daher die Wetter. Kommen böse Wetter (oder Schwaden) aus dem löcherigen Raum zwischen den Lagen und Flötzen der Erde in das Brunnenloch und fallen darin die Brunnengräber an, so versetzen diese schädlichen Dünste ihnen den Athem so, dass diejenigen, welche nicht gleich an die frische Luft gebracht werden können, auf der Stelle ersticken. Diesem kommt man auf folgende Art zuvor. Man lässt eine brennende Lampe in die Grube hinab, bleibt sie brennen, so kann man ohne Gefahr einfahren, erlischt sie aber im dicken Dunste, so gräbt man zur Rechten und Linken des Brunnens Zuglöcher, welche ebenso den Wetterwechsel, wie die Nasenlöcher das Athemholen bewirken. Ist alles dies gehörig beobachtet worden und ist man bis zum Wasser gelangt, so ist die Quelle mit einer Mauer einzufassen, dabei muss man sich jedoch in Acht nehmen, dass die Adern nicht verstopft werden. Allein, wofern der Boden hart ist, oder überhaupt unten keine Wasserquellen zu finden sind, so muss man in Cisternen aus Signinischem Werke, von Dächern und andern erhabenen Orten das Regenwasser auffangen. Das Signinische Werk wird folgendermassen bereitet: Man schafft sehr reinen und rauhen Sand an, und bricht Kiesel zu Stücken, deren keines mehr als ein Pfund wiegen darf. Darauf vermischt man in der Mörtelpfanne sehr strengen Kalk mit dem Sande derart, dass fünf Theile Sand auf zwei Theile Kalk kommen und schüttet zugleich auch die Bruchstücke mit hinein. Mit dieser Masse überziehe man die Wände der Grube, welche wagrecht in die erforderliche Tiefe abgesenkt ist, und stampfe den Ueberzug mit hölzernen Stösseln, welche mit Eisen beschlagen sind. Nachdem man die Wände also gestampft hat, räume man das im Mittel befindliche Erdreich hinweg, ebene die Sohle wagrecht mit dem Grunde der Wände und giesse darauf aus der nämlichen Mörtelpfanne und schlage einen Aestrich von bestimmter Dicke. Kann man solche Cisternen zwei oder drei neben einander anlegen, sodass die Wasser aus der einen in die andere sintern können, so wird dadurch desto besser für die Gesundheit gesorgt, denn der Schlamm mag also sich absetzen, wodurch denn das Wasser lauterer wird, und seinen Wohlgeschmack behält, ohne Geruch zu besitzen. Wofern jedoch dies nicht möglich ist, muss man Salz hineinwerfen und so das Wasser läutern."

Die Vitruvschen Beschreibungen geben ein übersichtliches Bild der Haupttheile der römischen Wasserleitungen und lassen gleichzeitig die Anschauungen der römischen Ingenieure über deren wesentlichste Punkte erkennen. Sie zeigen vor allem, dass den Römern das Princip des Hebers keineswegs fremd war. Ueber die in Vitruvs Werk in dieser Beziehung enthaltenen Mittheilungen hat Belgrand die nachstehenden Darlegungen gegeben. Der Genannte glaubt die verhältnissmässig seltene Anwendung des Hebers bei den grossen römischen Wasserleitungen darauf zurückführen zu müssen, dass der damalige Stand der Metallurgie nicht erlaubte, von Druckleitungen Gebrauch zu machen, wenn es

sich um die Fortleitung beträchtlicher Wassermengen handelte, da die Verwendung von Bleiröhren in solchen Fällen zu bedenklich war. Belgrand ist ferner der Ansicht, dass die Uebersetzung der über den Heber handelnden Stellen des Vitruvschen Werkes in den meisten Fällen nicht richtig erfolgt ist. So habe auch Perrault scharfe Knicke an den Enden der horizontalen, im Thale liegenden Strecke angenommen. Da diese Anordnungsweise bei den auftretenden Wasserschlägen eine verkehrte gewesen sein würde und stets zu einem Leitungsbruch Veranlassung hätte geben müssen, so erscheint es Belgrand wenig wahrscheinlich, dass die römischen Ingenieure nicht das Falsche einer derartigen Verlegungsweise erkannt und demgemäss diesen Fehler vermieden haben sollten. Er glaubt, dass die Leitung im Thale entweder in einer Kurve verlegt oder mit Krümmungen in die anschliessenden Strecken überführt worden sei, wie solches auch Vitruvs Werk erkennen lasse.

Belgrand übersetzt die betreffende Stelle Vitruvs folgendermassen: „Wofern die Thäler aber von grosser Ausdehnung sind, so leite man die Röhren am Abhange hernieder und unterstütze dieselben, wenn sie am Grunde angekommen, durch einen niedrigen Unterbau, um das Gefälle in bauchartiger Form fortsetzen zu können; dieser Bauch steigt infolge seiner grossen Ausdehnung in sanftem Gefälle auf der anderen Seite wieder an und das Wasser wird gezwungen, bis zu dem Gipfel dieser Seite anzusteigen. Wird die Leitung im Thalgrunde nicht in einem grossen Bogen verlegt, bildet sie hier vielmehr ein Knie, so wird das Wasser dieselbe zerbrechen und die Rohrverbindungen zerstören."

Die von den Ueberresten der wenigen römischen Druckwasserleitungen vorliegenden Beschreibungen lassen leider die genauen Verhältnisse, auf welche an dieser Stelle Werth zu legen sein würde, nicht erkennen. Bei zukünftigen Forschungen wird diesem Punkte eingehende Beachtung zuzuwenden sein.

Die älteste Anlage einer städtischen Wasserversorgung der Römer wurde für Rom selbst geschaffen. Auch hier dürfte man sich zunächst mit dem Wasser einiger lokaler Quellen (am Fusse des Coelius, die Wolfsgrotte etc.), und dem Flusswasser begnügt haben, und erst später zur Anlegung von Cisternen und Brunnen geschritten sein. Als diese Hilfsmittel versagten, wurde die Herbeischaffung des Wassers aus grösserer Entfernung nöthig. Die Lage Roms ist in dieser Beziehung eine sehr günstige, da in der Umgebung der Stadt eine grössere Anzahl wasserreicher Quellen vorhanden ist, welche, ehe auf die Aquädukte selbst eingegangen wird, kurz besprochen werden mögen.

Die der Stadt am nächsten liegenden, hier in Betracht kommenden Quellen befinden sich in der Campagna von Rom, und bilden drei Gruppen (siehe Lageplan Abb. 204).

Die erste Gruppe besteht aus den Quellen der Aquädukte Appia, Virgo und Augusta, sie liegen in der Nähe des Anio (jetzt Teverone genannt). Die zweite Gruppe speiste den seit Fabretti Alexandrina genannten Aquädukt, der von Trajan und Hadrian erbaut wurde und eigentlich den Namen Hadriana



Abb. 204. Lageplan der Wasserleitungen der Stadt Rom.

führte. Die dritte Gruppe liegt zwischen Frascati (dem antiken Tusculum) und dem Albaner See und umfasste die Quellen der Aquädukte Tepula und Julia. Die vorgenannten Quellen liegen sämmtlich auf dem linken Tiberufer.

Auf dem rechten Tiberufer gieht es ebenfalls eine grössere Anzahl Quellen, von welchen sich einige in die hier liegenden erloschenen Krater ergiessen und Seen bilden, so den lacus Sabattinus und den lacus Alsietinus. Der Erstere speiste den Aquädukt Trajans, der Letztere die aqua Alsietina. Die bedeutendsten Quellen trifft man auf dem rechten Ufer des Anio, zwischen den Städten Vicovaro und Subiaco an. Während die vorher genannten Quellen in vulkanischem Boden entspringen, entströmt das Wasser der letztgenannten den Kalkfelsen des Apennins.

Die Claudia und Marcia wurde durch sechs Quellen (Curtia, Coerulea, Albudina, die zweite und dritte Sereine (?), sowie die Rosolina) gespeist. Diese Quellen liegen 237 bis 316,7 m über der Höhenlage der betreffenden Leitungen bei ihrem Eintritt in die Stadt.

Die eingehendsten Nachrichten über die Aquädukte Roms sind Sextus Frontinus, auf welche Persönlichkeit weiterhin eingehender zurückzukommen sein wird, sowie Schriften des Plinius, zu verdanken. Auf die Mittheilungen des Letzteren ist in folgendem im allgemeinen kein Bezug genommen. Zur Zeit des Frontinus (74—104 n. Chr.) wurde Rom durch die folgenden neun Leitungen Wasser zugeführt:

Appia,	Virgo,
Anio vetus,	Alsietina,
Marcia,	Claudia,
Tepula,	Anio novus.
Julia,	

Zur Zeit als Procopius (geb. Anfang des VI. Jahrhunderts, gest. 565 n. Chr.) in Rom weilte, gab es nach seinen Angaben im Ganzen 14 Leitungen. Die fünf hinzukommenden trugen die Namen:

Trajana,	Alexandrina (Hadriana),
Severiana,	Aureliana.
Antoniana,	

Man kann annehmen, dass die Severiana lediglich eine Abzweigung der Claudia war, die nach den Thermen des Septimius Severus ging, während durch die Antoniana Wasser aus der Marcia nach den Thermen des Caracalla floss. Nach Cassio war die Aureliana eine unbedeutende Abzweigung der Trajana. Hiernach bleiben gegen die Zeit des Frontinus nur zwei neue Leitungen übrig, die Trajana und Alexandrina. Die Letztere wird richtiger nach der von Fabio Gori aufgefundenen Inschrift als Hadriana bezeichnet. Sie wurde unter Hadrian vollendet.

Die Erbauung der Wasserleitungen erfolgte in Rom durch die Staatsgewalt; nicht alle dienten dem unmittelbaren Bedürfniss, sondern ein Theil

war dem Wohlleben der Stadt nutzbar gemacht, indem das zugeführte Wasser zur Speisung von Fontänen oder der Bäder Verwendung fand.

Der älteste römische Aquädukt wurde von Gajus Plautius begonnen und von Appius Claudius Crassus, dem Schöpfer der via Appia im Jahre 311 v. Chr. vollendet, nach welchem sie den Namen trug. Die Länge dieser Leitung betrug 16,62 km. Die Quellen lagen 62 m über dem Meeresspiegel; bis zum Eintritt in die Stadt besass die Leitung ein Gesammtgefälle von 53,63 m. Der Querschnitt ist in Abb. 205 wiedergegeben, die Breite betrug hiernach 0,8 m, die Höhe 1,6 m. Die Brunnenstube lag an der Praenestinischen Strasse.

Es wird heute als zweifellos angesehen, dass bei der Schaffung der ersten bekannten römischen Wasserleitung griechischer Einfluss massgebend war. Der grössere Theil der Leitung war unterirdisch, nur in der Nähe des Thores Capena lag die Leitung auf 89 m Länge auf Bogengängen, in einer Länge von 44,55 m auf anderweitigen Unterbauten über der Erde. Die Vertheilung des



Abb. 205.
Querschnitt der Appia.



Abb. 206.
Querschnitt der Anio vetus.

Wassers fand in der Nähe der Porta Trigemina, bei den sogenannten Salinen statt. Von diesem Aquädukt sind nur sehr wenige Ueberreste erhalten.

Vierzig Jahre später (271 v. Chr.) wurde unter den Censoren M. Curius Dentatus und L. Papyrius Cursor der Bau der zweiten Wasserleitung in Angriff genommen. Ihre Speisung geschah nicht durch eine Quelle, sondern durch den Fluss Anio. Auch der grössere Theil dieser Leitung und zwar 63,3 km, bei einer Gesammtlänge von 63,7 km, war unterirdisch geführt. Sie wurde später mit dem Namen Anio vetus bezeichnet, zur Unterscheidung einer zweiten von dem genannten Flusse gespeisten Leitung, der Anio novus. Die Vollendung des zweitältesten Aquäduktes erfolgte durch die Duumviri Curius und Fulvius Flaccus. Der Kanal der Anio vetus weist, wie die griechischen Wasserleitungen, einen inneren wasserdichten Ueberzug auf, der aus Kalk und kleinen Backsteinstückchen hergestellt ist.

Die Entnahmestelle der Leitung lag 183 m, die Einmündungsstelle in Rom 53,27 m über dem Meere, sodass das Gesammtgefälle 129,73 m betrug. Der Querschnitt des Kanals ist in Abb. 206 wiedergegeben. Das Gerinne war bedeutend grösser als dasjenige der Appia. Die Herstellungskosten dieser Anlage wurden von dem Erlöse der dem König Pyrrhus abgenommenen Beute

bestritten. Das Bauwerk, auf welchem die Anio vetus das Thal St. Giovanni überschritt, ist noch erhalten und zeigt in zwei übereinander liegenden Bogenstellungen 35 Oeffnungen.

Gegen das Jahr 143 v. Chr. erhielt der Prätor Q. Marcius Rex den Auftrag, die beiden vorgenannten Wasserleitungen, die schadhaft geworden waren, zu repariren und neue Quellen der Stadt zuzuleiten, für welche Unternehmungen ihm 914000 Mk. zur Verfügung gestellt wurden.

Diese dritte Leitung erhielt den Namen Marcia. Die Brunnenstube befand sich am 33. Meilenstein der Valerischen Heerstrasse. Die Leitung führte Quellwasser und wurde das durch sie zugeführte Wasser als Trinkwasser besonders geschätzt, während das Wasser der Anio vetus vorwiegend zu Badezwecken, Bewässerungen und ähnlichen Zwecken diente. Die Höhenverhältnisse der aqua Marcia ermöglichten eine Versorgung des Capitols. Die Quellen der Marcia liegen 53 km von Rom entfernt, in einer Höhe von 317 m über dem



Abb. 207.
Querschnitt der Marcia.



Abb. 208.
Querschnitt der Marcia an der Quelle.

Meeresspiegel. Die Länge betrug 91,639 km. Der Querschnitt des Gerinnes dieses Aquädukts, der auf 10298 m Länge von Bogenstellungen und auf 784 m Länge durch anderweitige Konstruktion getragen wurde, ist in der Abb. 207 veranschaulicht. Abb. 208 zeigt den Querschnitt des Gerinnes in der Nähe der Quelle. Diese Leitung zeigt in bestimmten Abständen Schlammfänge. Die Einmündungsstelle in Rom lag 54 m über dem Meer, das zur Verfügung stehende Gefälle betrug somit 263 m. Wie Belgrand hervorhebt, wäre es hiernach leicht möglich gewesen, die Trace durch Variation des Gefälles abzukürzen, was jedoch nicht geschehen ist, vielmehr folgt die Leitung allen Windungen des Anio-Thales u. s. w. Die Anio vetus und die Marcia laufen nebeneinander her. Die drei ältesten Aquädukte: Appia, Anio vetus und Marcia zeigen in ihrem Mauerwerk den Charakter des guten griechischen Mauerbaues, wobei die Festigkeit auf der Schwere der verwandten Steine beruhte. Interessante Ueberreste der Aquädukte Marcia und Anio vetus finden sich an der Ueberschreitungsstelle des Thales Degli Arci, woselbst die Bogenstellungen, mittelst deren hier das Gerinne überführt ist, noch vorhanden sind. Weitere Reste der Marcia sind die Brücke St. Peter, sowie ein Theil des Wasserschlosses in der Umgegend von Tivoli. Zu dem letzteren Bauwerk sind kleinere

Steine verwandt, ein Zeichen, dass es erst später errichtet wurde. Der Ponte St. Antonio, welcher in Abb. 209 wiedergegeben ist, diente der Ueberführung der Leitungen Marcia und Anio vetus, während der Ponte Lupo, Abb. 210 u. 211, die vier Leitungen: Marcia, Anio vetus, Anio novus und Claudia überleitete.

Die vierte Leitung, die aqua Tepula, kam 19 Jahre später wie die Marcia (126 v. Chr.) unter den Censoren Sn. Servilius Caepio und Cassius Longinus zur Ausführung. Die Brunnenstube liegt am 11. Meilenstein der lateinischen



Abb. 209.
Ponte St. Antonio (Marcia und Anio vetus).

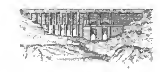


Abb. 210.
Ponte Lupo (Marcia. Anio vetus, Anio novus und Claudia).

Heerstrasse. Die Länge der Tepula betrug 18,9 km; 9610 m ruhten auf Arkaden, 784 m auf anderweitigen Subkonstruktionen, die Einmündungsstelle in Rom lag 38,23 m über dem Tiberquai. Den Querschnitt zeigt Abb. 212. Trotz des kurzen Zeitraums, der zwischen der Erbauung der Marcia und Tepula liegt, weisen die beiden Aquädukte hinsichtlich ihrer Erbauungsweise erhebliche



Abb. 211.
Grundriss der Ponte Lupo.



Abb. 212.
Querschnitt der Tepula.

Unterschiede auf. Die Römer waren in der Zwischenzeit Maurer geworden und hatten erkannt, dass mit gutem Mörtel und kleinen Steinen billiger ein fast ebenso dauerhaftes Mauerwerk wie mit behauenen Steinen herzustellen war. Das Mauerwerk der Tepula, welche auf einer Länge von 13395 m über der Marcia liegt, ist ein sehr gleichmässiges und zeigt nicht die Abwechselung zwischen Ziegelsteinschichten und Bruchsteinschichten, wie sie das römische Mauerwerk sonst meistens aufweist. Opus reticulatum kam in diesem Zeitpunkt noch nicht zur Ausführung.

Im Jahre 34 v. Chr. wurde das Wasser der Quelle Julia durch den Aedilen M. Agrippa nach Rom geleitet. Die Brunnenstube dieser 22,9 km langen Leitung, die den Namen Julia erhielt, befand sich am 12. Meilenstein der lateinischen Heerstrasse. 9610 m dieser Leitung waren in Bogengängen eingebaut. In der

Nähe der Stadt vereinigte sich die Marcia mit der Tepula und Julia, der Kostenersparung wegen wurden alle drei Leitungen, in Kanälen getrennt, über dieselben Bogen geführt. Die Einmündungsstelle lag 39,71 m über dem Tiberquai. Den Querschnitt zeigt Abb. 213.

Im Jahre 21 v. Chr. liess Agrippa eine weitere Leitung, aqua Virgo, herstellen. Das Wasser dieses Aquädukts war das einzige, das niemals Trübungen zeigte. Es entstammte mehreren Quellen des Lucullischen Gebirges. Die Länge betrug 23.0 km, 1039 m ruhten auf Bogen, 800 m waren tunnelirt. Die Quellen liegen 70 m über dem Meere. Die Einmündungsstelle lag 10,43 m hoch. Den Querschnitt zeigt Abb. 214. Die Leitung endigte etwa in der Gegend des Palazzo Serlupi.

Ausser dem Neubau der Julia und Virgo führte Agrippa zugleich die Wiederherstellungsarbeiten an den abermals in Verfall gerathenen Leitungen der Appia und der Anio vetus und der Marcia aus. Derselbe versah die Stadt



Abb. 213.
Querschnitt der Julia.

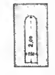


Abb. 214.
Querschnitt der Virgo.



Abb. 215.
Querschnitt der Augusta.

mit 150 Springbrunnen, 130 Wasserkastellen und 700 Brunnen. Diese Schöpfungen wurden mit 300 erzenen und marmornen Statuen und mit 400 Säulen aus Marmor verziert.

Wie sich aus dem Angeführten ergiebt, kamen die sechs Leitungen: Appia, Anio vetus, Marcia, Tepula, Julia und Virgo unter der Republik zur Ausführung, zur Zeit des Kaiserreiches wurden drei weitere hergestellt.

Ganz besondere Sorgfalt wendete Augustus der Unterhaltung und Verbesserung der Wasserleitungen zu. Um die Wassermenge der Marcia zu vergrössern, wurde eine neue Quelle (Augusta, jetzt Rosolina genannt), in diese eingeführt, wodurch die Leistungsfähigkeit des Aquädukts auf das doppelte vergrössert wurde. Abb. 215 zeigt den Querschnitt der Augusta.

Die Alsietina verdankt ihre Entstehung ebenfalls Augustus. Das Wasser war jedoch weder schmackhaft, noch gesund und hat wohl in erster Linie der Versorgung der von Augustus erbauten Naumachie gedient. Die Wasserzuführung geschah bei dieser Leitung aus dem Alseatinischen See. Die Länge der Leitung betrug 33 km, auf 530 m Länge ruhte der Kanal auf Bogen. Die Einmündungsstelle lag etwa 10.43 m über dem Tiberquai.

Eine weitere Bereicherung erfuhren die Wasserleitungen Roms durch den Kaiser Claudius. Die beiden Aquädukte Claudia (Querschnitt 1 m breit, 2 m hoch)

und Anio novus (Abb. 216), die nach Frontin eigentlich eine Doppelleitung bildeten, waren zwar unter Caligula bereits begonnen worden, erhielten jedoch erst unter Claudius ihre Ausgestaltung. Diese beiden Aquädukte sind die bedeutendsten Roms. Sie werden, da ihr Lauf vielfach ein gemeinsamer ist, zweckmässig zusammenbehandelt. Drei Quellen: Curtia, Caerulea und Albudina speisten die Claudia. Eine vierte Quelle, Augusta (heute Rosolina), konnte nach Belieben in die Claudia oder in die Marcia geleitet werden. Die Anio novus erhielt das Wasser aus dem Flusse Anio und zwar 6 km oberhalb der Quellen der Marcia und Claudia; später wurde die Leitung unter Nerva bis oberhalb Sublaco verlängert. Trajan fügte eine zweite Zuführungsleitung hinzu. Die Gesammtlänge beider Aquädukte betrug 156082 m, ihre Herstellungskosten beliefen sich auf 11 988 000 Mark, sodass der laufende Meter Leitung circa 77 Mark kostete, ein Preis, der nach Belgrand als ein hoher zu betrachten ist, da der Querschnitt (siehe Abb. 220) kein grosser ist und die Gerinne dort, wo Bogenstellungen nöthig wurden, übereinander angeordnet waren. Die neue Entnahmestelle der Anio novus lag etwa in der Höhe der Quellen der Claudia. Während die Anio novus eine Länge

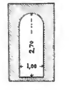


Abb. 216.
Querschnitt der Anio novus.


Abb. 217.
Aquädukt der Claudia im Thale Degli Arci.


Abb. 218.
Grundriss des Aquädukts der Claudia im Thale Degli Arci.

von 87169 m hatte, betrug die der Claudia nur 68913 m. Der letztere Aquädukt war viel rationeller tracirt als der erstere. Die Ueberschreitung der verschiedenen Thalschluchten erfolgte mittelst Brücken. In der Nähe des Thales Degli-Arci liegt ein doppelter Aquädukt, dessen Ansicht und Grundriss in den Abb. 217 und 218 wiedergegeben ist. Den wirkungsvollsten Eindruck rufen die beiden Leitungen auf der Strecke, auf der sie die Campagna durchschneiden, hervor. Hier bestehen die mächtigen Arkaden aus behauenen Steinen. Abb. 219 giebt das Bauwerk in der Nähe von Roma Vecchia wieder. Schon oft ist die Empfindung geschildert worden, die der eigenartige Anblick dieser langdahingestreckten Reste vergangener Herrlichkeit inmitten der Einöde, in welcher sie jetzt belegen sind, hervorruft. Die Weite der Bogen variirt zwischen 5,4 und 6 m, die Stärke der Pfeiler ist 2,4 bis 2,45 m. Wie Abb. 219 erkennen lässt, ist in einzelne Oeffnungen unter dem Quaderbogen ein Ziegelgewölbe eingebaut. Belgrand glaubt diese eigenthümliche Konstruktion darauf



Abb. 219. Arkaden der Aquädukte Claudia und Anio novus bei Roma Vecchia.

zurückführen zu können, dass wahrscheinlich die Römer die unvermeidlichen, durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Risse für ein Zeichen einer nicht genügenden Stärke der Gewölbe angesehen und diesen scheinbaren Fehler durch eine Verstärkung der Gewölbe haben beseitigen wollen. Der auf der Claudia liegende Leitungskanal der Anio novus ist vollständig aus Ziegelsteinen hergestellt.

Abb. 221 zeigt gleichfalls die beiden Aquädukte und zwar bei Porta Furba (etwa 2 Meilen von Rom) mit den Resten eines in Ziegelmauerwerk erbauten Wasserschlosses der Claudia. Rechts befinden sich die Bogen der päpstlichen Leitung Felice, deren Querschnitt zum Vergleiche beigefügt ist (Abb. 220).



Abb. 220.
Querschnitt der Felice.

Die Bogen und sonstigen Unterkonstruktionen der Claudia und der Anio novus besassen zusammen eine Länge von 14173 m, auf einer Länge von 803 m waren die Leitungen als Tunnel hergestellt. Die Quellen resp. die Einflussstellen lagen 255 resp. 250 m über dem Meere. Die Einmündungsstelle der Anio novus in die Stadt lag 48,12 m hoch. In der Nähe des Palastes Sessorien befand sich das gemeinsame Wasserkastell, von dem noch Ueberreste existiren. Vermuthlich fand in diesem Behälter eine Vermischung des Wassers beider Aquädukte statt. Von dieser Stelle gehen die Bogen des Neroanischen Aquädukts ab, die nur eine Leitung trugen. Abb. 226 (S. 533) giebt ein Bild dieses letzteren Bauwerks, welches sich vom Caelius bis zum Tempel des Claudius erstreckte Eine Abzweigung versorgte das Nymphäum Neros und erstreckte sich bis zum kaiserlichen Palast auf dem Palatin. Streckenweise bestand diese Leitung aus einfachen, streckenweise aus doppelten Bogenstellungen. Das Gerinne besass nach Fabretti eine Breite von 83 cm und eine Höhe von 1,63 m. Die Weite der Bogen schwankt zwischen 8,17 und 5,49 m. Die zu dem Bau verwandten Ziegelsteine besitzen eine verschiedene Grösse (zwischen 0,40—0,59 m). Das ganz aus Ziegeln erbaute Werk weist eine sehr gute Fügung auf und legt Zeugniss davon ab, dass es in einer hervorragenden Bauperiode entstand. Die Leitung zieht sich bis zu dem Bogen des Dolabella und Selanus hin, wendet sich alsdann nordwestlich und erreicht alsbald ihren Endpunkt.

Abb. 227 (S. 535) giebt ein Bauwerk wieder, dessen Entstehung auf Claudius zurückzuführen ist. Dasselbe wird mit dem Namen Strassendenkmal der aqua Virgo bezeichnet. Dieses Denkmal, ein Strassenbogen, ist aus mächtigen Travertinblöcken errichtet und wurde dieser Theil der Leitung, welcher, wahrscheinlich aus Anlass der Erbauung des Amphitheaters neben der Septa, durch Caligula beseitigt worden war, im Jahre 46 n. Chr. unter Claudius gebaut.

Piranesi giebt zu Abb. 227 die folgenden Erläuterungen:

1. Scenographia operis includentis Specum Aquae Virginis.
2. Monumentum Claudy Caes. arcuum ductus ejusdem Aquae restitutoris.
3. Capitula columnarum, quae monumentum sustinent, hodieque infra terram cum arcubus ductus remanent inter rudera.



Abb. 221. Claudia und Anio novus, sowie Felice bei Porta Furba.

4. Opus recentium aedificiorum aquaeductu nitens.
5. Lacus recens ac privatus.
6. Aquae pars ex Specu in Lacum derivata.

Ausserordentlich grosse Verdienste erwarb sich, wie auf dem Gebiete des öffentlichen Bauwesens überhaupt, so auch auf dem speciell hier zu behandelnden, Kaiser Trajan. Die Trajana verdankte diesem Kaiser ihre Entstehung. Auf den Münzen dieses Herrschers wird die im Jahre 111 n. Chr. vollendete Leitung als aqua Trajana bezeichnet.



Abb. 222.
Querschnitt der Hadriana.



Abb. 223.
Querschnitt der Alexandrina.

Hinsichtlich der Hadriana oder Alexandrina (Abb. 222 und 223) ist anzuführen, dass deren Quellen denjenigen, durch welche der neuere Aquädukt Felice gespeist wird, unmittelbar benachbart sind. Innerhalb der Campagna besitzen die Bogenstellungen, 602 an der Zahl, eine bedeutende Höhe. Sie sind aus Ziegeln erbaut, die Bogenweite schwankt zwischen 2,12 bis 3,36 m. Das Wasser dieser Leitung verursachte ausserordentlich starke Niederschläge, sodass

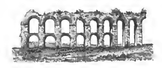


Abb 224.
Bogenstellungen der Hadriana bei Centocellae.



Abb. 225.
Querschnitt der Severiana.

ein beträchtlicher Theil des Gerinnes damit ausgefüllt ist. Da es leicht möglich gewesen wäre, durch eine andere Führung die Durchschreitung des Thales an der tiefsten Stelle zu vermeiden, so glaubt man, dass der Wunsch, durch die äussere Gestaltung das Bauwerk besonders bemerkenswerth zu machen, zu der gewählten Trace Veranlassung gegeben hat. Die Bogen erhoben sich an einzelnen Stellen bis zu einer Höhe von 21 m. Abb. 224 zeigt eine kurze Strecke der Aquäduktsreste bei Centocellae.

Die Severiana hält Belgrand für eine Abzweigung der Claudia zur Speisung der Thermen des Septimius Severus, ihren Querschnitt giebt Abb. 225 wieder.



Abb. 226. Neronischer Aquädukt.

Von den von Frontinus beschriebenen Leitungen nähern sich fünf fast auf derselben Linie Rom. Die gleiche Trace zeigt ausserdem der moderne Aquädukt Felice. Die fünf Leitungen Marcia, Tepula, Julia, Claudia und Anio novus kreuzen sich 3 Meilen von Rom entfernt an einem Punkte, dem Fiscale-Thurm (Torre Fiscale).

Die Mehrzahl der Leitungen trat in der Nähe des Thores Esquilinus, später Porta Maggiore genannt, in Rom ein. Abb. 228 (S. 537) giebt eine Darstellung dieses Thores von Piranesi mit den beiden darüber geführten Leitungen Claudia und Anio novus. Abb. 229 (S. 539) ist eine Photographie, welche den gegenwärtigen Zustand darstellt und fünf Leitungen vereinigt zeigt. Rechts in der Mauer sind die Gerinne der drei Leitungen Marcia (untere), Tepula (mittlere) und Julia (obere) zu erblicken, während über dem Thore die beiden bereits genannten Aquädukte Claudia und Anio novus zu sehen sind. Die drei Leitungen Marcia, Tepula und Julia überschreiten in ihrem weiteren Verlauf gemeinsam die Porta St. Lorenzo (früher Porta Tiburtina), über welches Thor später die päpstliche Leitung Felice gleichfalls geführt wurde. Abb. 234 (S. 541) ist eine Darstellung dieses Thores nach Piranesi. Nach der Inschrift wurde das Bauwerk von Augustus spätestens im Jahre 5 v. Chr. errichtet und in späterer Zeit von Titus und Caracalla ausgebessert.

Die Zusammenstellung auf Seite 536 giebt die Hauptdaten der neun Aquädukte und ermöglicht die Anstellung von Vergleichen. Dieselbe lässt besonders erkennen, wie das Wasser im Laufe der Jahrhunderte mit immer grösserer Druckhöhe in Rom eingeführt wurde, was zur Folge hatte, dass die Aquädukte in der Ebene eine immer grössere Höhe erhielten und eine Leitung über der anderen hinweggeführt werden musste. Die Bogen der Claudia erheben sich in der Ebene bis zu einer Höhe von 32,40 m.

Vom technischen Standpunkte aus ist ein Vergleich, den Belgrand angestellt hat, um das Ergebniss des Tracirens der alten römischen Ingenieure, der Ingenieure zur Zeit Claudius und der Ingenieure der Neuzeit zu veranschaulichen, von besonderem Interesse, indem derselbe den im Laufe der Entwicklung erreichten Fortschritt erkennen lässt. Der Genannte vergleicht zu diesem Zwecke die drei Aquädukte: Marcia, Claudia und Pia (welch' letztere im Jahre 1870 fertiggestellt wurde). Diese drei Leitungen gehen fast von demselben Punkte aus und endigen nahezu an derselben Stelle in Rom.

Die Längen betragen:

Marcia (erbaut 145 v. Chr.) = 91639 m
Claudia (erbaut 50 n. Chr.) = 68913 „
Pia (erbaut 1870 n. Chr.) = 52000 „

Hiernach sind bei der Claudia bereits 22726 m gegen die Marcia, und bei der Pia, bei welcher von Siphons Gebrauch gemacht wurde, weitere 16913 m, d. h. also gegen die Marcia im Ganzen 39639 m Verkürzung oder etwa 44 % erreicht worden.

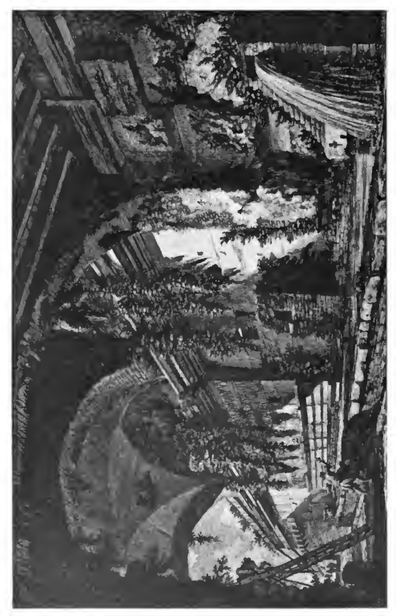


Abb. 227. Strassendenkmal der Aqua Virgo.

Uebersicht über die Aquädukte Roms.

Name der Aquädukte	Zeit der Erbauung	Erbaut durch resp. unter	Art der Speisung	Höhenlage der Anfangsstelle über dem Meere	Höhenlage der Einmündungsstelle über dem Tiberquai (Rondelet)	Höhe an der Eintrittsstelle in Rom nach Blumenstihl	Gesammtlänge in Kilometer	Von der Gesammtlänge waren Bogenstellungen u. sonstige Subkonstruktionen	Tunnel
1. Appia	311 v. Chr.	Appius Claudius Crassus	durch Quellen	+ 62 m	+ 8,37 m	—	16,62	134 m	—
Zuleitung	—	Augustus	—	—	—	—	9.47	—	—
2. Anio vetus	271 v. Chr.	Censoren Curius Dentatus und L. Papyrius	aus dem Flusse Anio	+ 183 m	+ 25,17 m	—	63,70	328 m	—
3. Marcia	145 v. Chr.	Marcius Rex	durch Quellen	+ 317 m	+ 37,48 m	54,15 m	91,64	11082 m	—
Zuleitung	—	Augustus	—	—	—	—	1,19	—	—
4. Tepula	126 v. Chr.	Censoren Caepio und Cassius Longimus	durch Quellen	+ 252 m	+ 38,23 m	56,07 m	18,90	10394 m	—
5. Julia	34 v. Chr.	Agrippa	durch Quellen	+ 252 m	+ 39,71 m	57,53 m	22,91	10394 m	—
6. Virgo	21 v. Chr.	Agrippa	durch Quellen	+ 70 m	+ 10,43 m	—	23,02	1841 m	800 m
7. Alsietina	19 v. Chr.	Augustus	aus dem Alseatinischen See	—	+ 10,43 m	—	32,93	530 m	—
8. Claudia	50 n. Chr.	Caligula und Claudius	durch Quellen	+ 317 m	+ 47,42 m	61,12 m	68.90	15111 m	803 m
9. Anio novus	—	Caligula und Claudius	aus dem Flusse Anio	+ 250 m	+ 48,12 m	63,27 m	87.17	13960 m	802 m
						Zusammen	436,45		

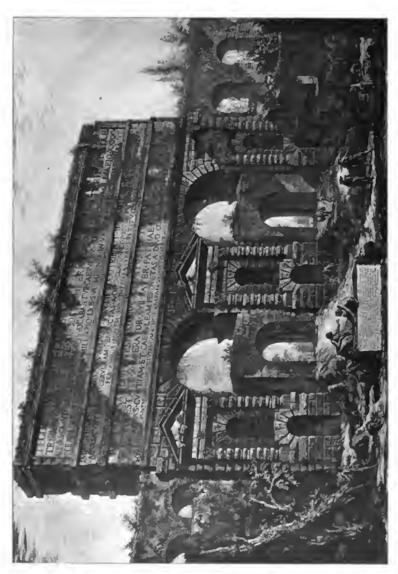


Abb. 228. Porta Maggiore (früher Porta Esquilinus) mit den Aquädukten Anio novus und Claudia.

Wie bereits im I. Kapitel ausgeführt wurde, bedienten sich die Römer zum Nivelliren des Chorobates, eines Hilfsmittels, das bei so langen Strecken, wie sie bei den Wasserleitungen vorkommen, erhebliche Fehler in den Schlussresultaten haben musste, da jede Umstellung den Fehler auf die nächste Stellung übertrug. Durch die Anordnung eines ziemlich starken Gefälles der Gerinne wurden die Fehler, die der Nivellirende (Librator) gezwungener Weise begehen musste, wieder ziemlich ausgeglichen. Vitruv giebt als Minimalgefälle ein solches von $^1/_{200}$ an. Diese bedeutende Neigung kam jedoch durchaus nicht immer zur Anwendung. Zu Vitruvs Zeit gab es sogar bereits sechs Wasserleitungen, die ein erheblich geringeres Gefälle besassen. Das geringste von den Römern angewandte Gefälle besitzt nach Belgrand der Aquädukt von Sens, nämlich 0,5 m auf den Kilometer. Belgrand führt dieses Werk als einen Beweis dafür an, dass die angewandten Nivellirinstrumente sehr unvollkommen gewesen seien, da auf einer Entfernung von 5990 m das kilometrische Gefälle ohne irgend welche nothwendige Veranlassung zwischen 0,01—2,47 m schwankt. Mit Recht hebt der Genannte hervor, dass die modernen Wasserleitungen den römischen in diesem Punkte weit überlegen sind. Das von den Römern zur Anwendung gebrachte übermässig starke Gefälle bewirkte, dass die Aquädukte zum Theil ausserordentlich niedrig in Rom einmündeten. So konnte die Virgo nur den niedrigst belegenen Theil Roms versorgen, während es bei Anwendung eines nach heutigen Begriffen noch zulässigen Gefälles möglich gewesen wäre, dieses vortreffliche Wasser selbst nach den hochgelegenen Häusern zu leiten.

Die Beschaffenheit des durch die römischen Aquädukte zugeführten Wassers war eine sehr verschiedene. Einzelne leiteten der Stadt Wasser zu, das zu Genusszwecken überhaupt nicht verwendbar war. Der Härtegrad schwankte zwischen 18 bis 27, im allgemeinen war das Wasser namentlich ausserordentlich kalkhaltig. An den undichten Stellen des Mauerwerks setzten sich (wie einzelne der Abbildungen von Piranesi dieses erkennen lassen) grosse Massen ab. Auch das Innere der Leitungsgänge und Röhren weist umfangreiche Ablagerungen auf. In verschiedenen Strängen füllten diese Stoffe den dreiviertelsten Theil des Querschnittes aus.

Bis zu den Zeiten Kaiser Nervas fand eine Scheidung in der Benutzungsweise des von den verschiedenen Aquädukten gelieferten Wassers nicht statt, sodass sogar das beste Wasser zu den gewöhnlichsten Zwecken benutzt wurde. Seit Nerva erhielt jedoch das Wasser je nach seiner Güte eine bestimmte Verwendung. Das Wasser der Marcia wurde fortan vollständig als Trinkwasser ausgenutzt.

Zur Absetzung von Unreinlichkeiten resp. zur Sammlung des Wassers kamen eine Reihe bemerkenswerther Bauwerke, Piscinen zur Ausführung. In Rom selbst dienten diese Behälter lediglich zur Klärung des Wassers, nicht zur Aufspeicherung, wenigstens soweit sie öffentlich waren. Derartige Klär-

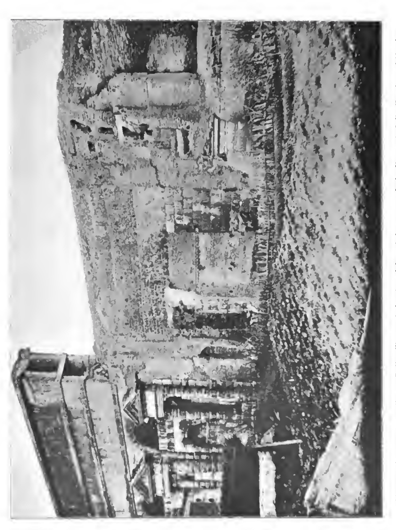


Abb. 229. Porta Maggiore (früher P. Esquilinus) mit den Aquädukten Anio novus und Claudia, sowie Julia, Tepula und Marcia.

behälter hatten sechs der Aquädukte, nämlich: Anio vetus, Marcia, Julia, Tepula, Anio novus und Claudia. Dass die Römer auch das gute Wasser, wie

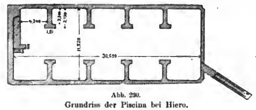


Abb. 230.
Grundriss der Piscina bei Hiero.

z. B. dasjenige der Marcia in einen Klärbehälter eintreten liessen, beruhte darauf, dass mit Ausnahme der Quelle Virgo alle übrigen zeitweise Trübungen



Abb. 231.
Längenschnitt der Piscina bei Hiero.

ausgesetzt waren. Die grösste römische Piscina misst 51,6 m in der Länge und 29,8 m in der Breite, sie bedeckt mithin eine Fläche von 1538 qm. In



Abb. 232.
Querschnitt der Piscina bei Hiero.

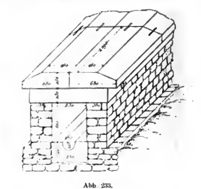


Abb. 233.
Zuleitungskanal der Piscina bei Hiero.

Rom gab es ein- und zweigeschossige Behälter dieser Art. Das Wasser trat in dem letzteren Falle unter Druck in das untere Geschoss ein und stieg durch ein Loch in das obere, von wo aus es in das in die Stadt führende Gerinne



Abb. 234. Porta St. Lorenzo (früher Porta Tiburtina) mit den Aquädukten Marcia, Tepula und Julia.

überquoll. Bei einzelnen dieser Piscinen floss das Wasser in eine Kammer des Obergeschosses, sank dann in das Untergeschoss und stieg von hier aus abermals in das Obergeschoss empor. Von hier aus strömte alsdann das Wasser in das in die Stadt führende Gerinne über. Das Fassungsvermögen dieser Behälter in Rom war höchstens so gross, dass das Wasser sich kaum eine Stunde in denselben befand. Als besonders hervorragende Bauwerke dieser Art sind die Piscinen zu Fermo und zu Bajä zu nennen. Die Piscina zu Fermo besitzt zwei Stockwerke übereinander. Jedes Stockwerk zeigt drei weite, langgestreckte Räume, die untereinander durch kleinere Oeffnungen zusammenhängen. Die Decken sind durch Tonnengewölbe hergestellt.

Das grosse, bereits früher erwähnte Reservoir zu Bajä, die piscina mirabilis, nimmt einen Flächenraum von 270×108 Palmen ein. Der Behälter wird durch 48 freistehende, sehr schlanke Pfeiler gestützt, auf welchen Gewölbe ruhen. Nach dem Reservoirboden führen zwei Treppen von je 40 Stufen hinab. In der Mitte des Fussbodens befindet sich eine erhebliche Ver-

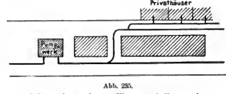


Abb. 235.
Schema der modernen Wasservertheilungsweise.

tiefung zur Aufnahme des sich absetzenden Schlammes. Die gesammten Innenwände, sowie die Pfeiler sind mit Stuck überzogen.

Mächtige Reste eines derartigen Wasserbehälters sind in der Nähe des Kastells Gandolfo am Albaner See vorhanden. Abb. 236 giebt eine Ansicht des Innern dieser Piscine wieder.

Ueberreste ähnlicher, durch die Römer zur Ausführung gekommener Aufspeicherungskammern für Wasser finden sich erklärlicherweise in vielen Theilen des einstigen römischen Weltreiches. Die Abb. 230—233 (S. 540) zeigen die Anordnung einer solchen durch den römischen Senator Antonin bei Hierò in der Umgegend von Epidaurus zur Ausführung gekommenen Anlage. Das Bassin ist unbedeckt. Wie der Grundriss Abb. 230 zeigt, sind vier Quermauern in der Wasserkammer erbaut, durch welche jedenfalls der seitliche Erddruck aufgenommen werden sollte. Der Querschnitt lässt ausserdem die Einspannung eines Gewölbes erkennen. Die Wasserzuleitung erfolgte oberirdisch mittelst eines gemauerten, durch Steinplatten abgedeckten Kanals, dessen Einzelheiten Abb. 233 wiedergiebt.

Aehnliche Behälter wurden auch in die Zuleitungen selbst und zwar in bestimmten Entfernungen (nach Vitruv 24000 Fuss) eingebaut. An diesen



Abb. 236. Piscina bei dem Kastell Gandolfo am Albaner See.

Behältern wurde das Wasser an die Landbewohner abgegeben, ihr Hauptzweck war jedoch die Auffindung schadhafter Stellen zu erleichtern.

Das von den Römern angewandte System der Wasservertheilung innerhalb der Stadt weicht von der modernen Art der Wasserzuführung nach den Verbrauchsstellen vollständig ab. Die römische Vertheilungsweise hat sich während des ganzen Mittelalters erhalten. Bei den modernen Anlagen gehen durchgängig einzelne Hauptstränge von der Versorgungsstelle ab, an dieselben schliessen sich die Unterleitungen und an diese wieder die Hausversorgungsleitungen an (Abb. 235, S. 542). Die Wasservertheilung der Römer begann bei den Wasserschlössern. Die Vertheilungsweise der Römer ist in Abb. 237 schematisch dargestellt.

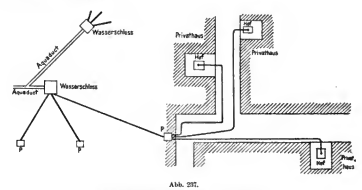


Abb. 237.
Schema der römischen Wasservertheilungsweise.

Vitruv schreibt über die Wasserschlösser das Folgende:

„Wenn die Wasserleitung bis zur Stadt gelangt ist, so legt man ein Wasserschloss (Castellum) an; und mit diesem Wasserschloss verbinde man zur Aufnahme des Wassers einen dreifachen Einhang (triplex inmissarium); auch führe man aus dem Schlosse drei gleichvertheilte Röhren in diese Kasten, welche dergestalt unter einander in Verbindung stehen, dass aus den beiden äussersten das überflüssige Wasser in den mittleren tritt. In dem mittleren Kasten bringe man die Ableitungsröhren nach allen Bassins (lacus) und Springbrunnen an; von dem einen der Seitenkasten lasse man die nach den Bädern laufenden Röhren abgehen, woraus dem Volke eine jährliche Einnahme erwächst, in dem andern Seitenkasten aber lasse man die nach den Privathäusern laufenden Röhren abzweigen. Auf solche Weise kann es dem Gemeinwesen niemals an Wasser fehlen, da niemand es ihm zu entziehen vermag, weil dessen Ableitungsröhren von Anfang an aus ihrem eigenen Kasten ausgehen. Eine solche besondere Abtheilung der Rohrkasten rathe ich auch noch aus dem Grunde an, damit diejenigen, welche nach ihren Häusern zum Privatgebrauch

Ableitungsröhren führen, durch eine den Staatspächtern dafür zu entrichtende Abgabe zur Unterhaltung der Wasserleitung mit beitragen mögen."

Das Wasserschloss bestand nach Vorstehendem aus einem Reservoir, aus dem das Wasser in drei verschiedene Abtheilungen floss. Nach dem mittleren Bassin, das also besonders die öffentlichen Springbrunnen speiste, floss der Ueberschuss der beiden anderen Behälter ab. Aus den beiden anderen Behältern wurden die Bäder und die Privaten versorgt.

Früher glaubte man nach den erhaltenen Ueberresten annehmen zu können, dass besonders die Wasserschlösser der Julia und Claudia sehr imposant gewesen sein müssen. Piranesi giebt eine Reihe von Zeichnungen des sogenannten Wasserkastells der Julia, die in den Abb. 238—241 wiedergegeben sind. Vorgenommene Nivellirungen hatten dargethan, dass die hierbei in Betracht kommende Zweigleitung, wie die für das Wasserschloss gehaltene Ruine mit der Aqua Julia sich in gleicher Höhe befanden und man glaubte daher annehmen zu können, dass diese Theile im Zusammenhang gestanden hatten. Lenormand hat dagegen dargethan, dass die mit diesen Ruinen in Verbindung gewesene Wasserleitung ein Theil des von Alexander Severus angelegten Aquädukts war, der im Jahre 225 n. Chr. erbaut wurde.

Die Ueberreste bestehen aus einem Unterbau, der eine grössere Anzahl Mündungen aufweist, aus denen das Wasser in ein Bassin strömte.

Ausser diesen öffentlichen Wasserschlössern gab es private, deren Anzahl zur Zeit des Frontinus 247 betrug. Die Bewohner eines Stadttheils empfingen in der Regel das für sie bestimmte Wasser aus einem Privatwasserbehälter (mit *P* in Abb. 237 bezeichnet), der von einem der öffentlichen Wasserschlösser gespeist wurde, wobei zu bemerken ist, dass von einem Aquädukt aus mehrere Wasserkastelle versorgt wurden. An einem derselben endigte gewöhnlich der Aquädukt, während die Speisung der anderen Behälter durch Abzweigungen erfolgte (s. Abb. 237). Von diesen Privatschlössern gingen die Privatleitungen ab. Ein solche Vertheilungsweise besteht noch heute in vielen italienischen Städten, so besonders in Rom, und war auch in Paris bis zum Beginn dieses Jahrhunderts noch üblich. Die Abzweigungsleitungen der Privaten erhielten bei diesem System im Gegensatz zu heute eine grosse Länge und war daher die Wasserzuführung bedeutend kostspieliger. Das Wasser floss beständig Tag und Nacht und daher gingen die grössten Mengen unbenutzt verloren. Trotz der ungeheuren Wassermengen war es bei diesem System nicht möglich, allen Anforderungen seitens der Privaten stets Rechnung zu tragen.

Die Vertheilungsleitungen bestanden aus Blei oder aus Thon und waren deren Durchmesser im allgemeinen ziemlich klein. Vitruv giebt den Thonröhren den Vorzug, indem er sagt: „Die Vortheile thönerner Rohre bestehen darin, dass erstlich jedermann das, was daran schadhaft wird, ausbessern kann: und dann, dass auch das Wasser daraus weit gesünder ist, als das aus bleiernen Röhren. Blei kann unmöglich gesund sein, weil es das Bleiweiss erzeugt,



Abb. 238. Wasserschloss der Julia.

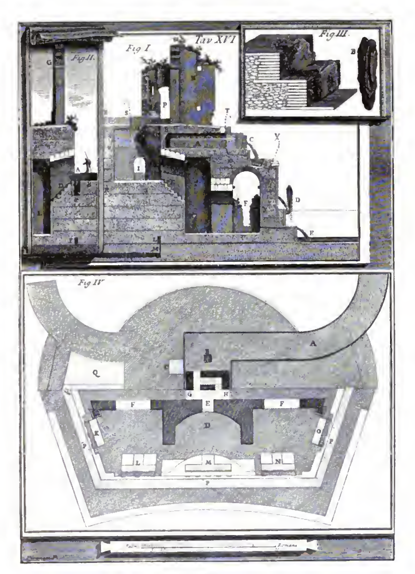


Abb. 239.
Wasserschloss der Julia.



Abb. 240. Wasserschloss der Julia.

welches dem menschlichen Körper schädlich sein soll. Denn da das, was aus demselben erzeugt wird, schädlich ist, so ist wohl kein Zweifel, dass es nicht auch selbst gesund sei. Zum Beweise können nur die Bleigiesser dienen, welche



Abb. 241.
Wasserschloss der Julia.

über den ganzen Körper bleich aussehen, nur weil der Dampf, welchen das Blei, wenn man es schmilzt, von sich gieht, sich auf die Glieder des Körpers wirft, und darin, vermöge seiner täglich zunehmenden Wirkung, alle Kraft des Geblüts verzehrt. Meiner Ansicht nach darf also ein Wasser, das gesund sein soll, nicht in bleiernen Röhren geleitet werden. Dass aber aus thönernen Röhren das Wasser auch besser schmeckt, zeigt der tägliche Gebrauch an, da

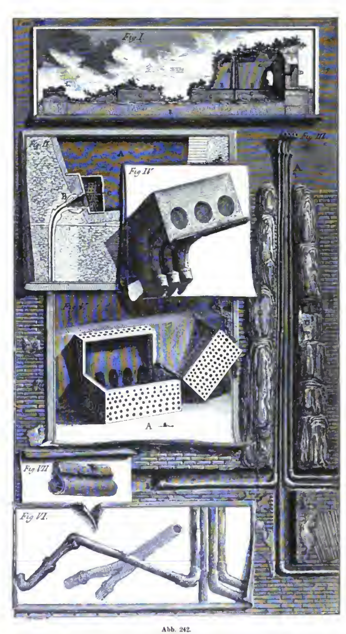


Abb. 242.
Einzelheiten römischer Bleirohrleitungen und Ueberreste des Wasserschlosses der Julia.

jedermann, wenn er gleich noch so sehr mit Silbergeräthen besetzte Prachttische hat, dennoch um des reinen Geschmacks willen, bloss irdener Trinkgeschirre sich bedient."

In Wirklichkeit wurde diese Anschauung von den Römern nicht getheilt, da in Rom Bleirohre allgemein in Anwendung waren, nnd Frontinus nnr von fistulae spricht. Neben Thon- und Bleiröhren fanden anch steinerne Röhren Verwendung, wenigstens hat man eine sehr alte und in bedeutender Tiefe verlegte Leitung aufgefunden, die aus durchbohrten viereckigen Tuffblöcken hergestellt war, die Verbindung wurde hierbei durch etwa 6 cm vorspringende Muffen, denen Vertiefungen am anderen Rohrende entsprachen, bewirkt. Der Durchmesser betrug 32 cm. Diese Leitung zeigt somit die gleiche Konstruktion, wie solche die griechischen Steinrohrleitungen aufweisen.



Abb. 243.
Römische Bleileitung des Siphons des Mont Pilat.

Als ein besonderer Nachtheil der römischen Bleileitungen ist ihre ovale, in der Fig. VII der Gesammtabbildung 242 veranschaulichte Form zu nennen, da bekanntlich die Kreisform die den auftretenden Druckverhältnissen entsprechende ist. Die Bleirohre wurden aus Tafeln hergestellt, wobei der Zusammenschluss in verschiedener Weise erfolgte. Abb. 243 zeigt ein Rohrstück der Lyoner Leitung vom Mont Pilat. Die obere Rinne war mit Mastic gefüllt. Diese Verbindungsart konnte dem inneren Druck nicht Widerstand leisten, weshalb die erwähnte Leitung an den Heberstellen nmmauert war. Der Theil *B* bezeichnet den Niederschlag innerhalb dieses Rohres.

Die Römer verstanden, wie zahlreiche Fnnde dargethan haben, sehr gut das Löthen. Sie benntzten hierzn jedoch nicht Zinn, sondern mit Vorliebe verwandten sie Blei, wenigstens zeigen aufgefundene Rohre in Rom, Pompeji und Paris dieses Löthmaterial. Auf die Verwendung desselben führt Belgrand die Form der römischen Bleirohre zurück. Rohrstücke von römischer Form, die der Genannte mit Blei löthen liess, begannen bei einem Druck von drei Atmosphären einen kreisförmigen Querschnitt anzunehmen, bei 8 Atm. waren sie vollständig rund, bei 18 Atm. sprang das 7 mm starke Rohr, jedoch nicht an der Löthstelle, sodass also die Naht einen höheren Druck auszuhalten vermochte.

Die Stossstellen der Rohre in der Längsrichtung wurden mittelst Ineinanderschieben oder durch Umlegen von Muffen gedichtet. Die Länge der einzelnen Rohrstücke betrug gewöhnlich 2,97 m. Die Figuren II bis VII der Gesammtabbildung 242 zeigen verschiedene Einzelheiten römischer Bleileitungen.

Der Leitungsanschluss Privater zwecks Versorgung mit Wasser war in folgender Weise geregelt: Zur Zeit der Republik wurde nur den bevorzugten Personen gestattet, Wasser aus den öffentlichen Leitungen nach ihren Häusern

zu leiten. Im übrigen war für die Privaten nur der Ueberfluss aus den Bassins bestimmt, wie das abfliessende Wasser auch für Bäder und Walkeranstalten, mithin für Anlagen, die einen gemeinnützlichen Charakter besassen, Verwendung fand.

Unter dem Kaiserreich änderten sich die Verhältnisse in dieser Beziehung in sehr günstiger Weise, indem fortan Jedermann dieses Privilegium erhalten konnte. Die Zuleitung von Wasser in die Privathäuser konnte ausschliesslich durch den Kaiser bewilligt werden. Diese Bewilligung war ein Beneficium und häufig die Belohnung für geleistete Dienste. Die kleineren Leute benutzten in der Regel das Wasser der öffentlichen Brunnen. Der Anschluss sollte vorgeschriebenermassen nur an den, für den Privatgebrauch bestimmten Unterwasserschlössern erfolgen. Die in den tiefer gelegenen Quartieren vorhandenen Wasserschlösser wurden durch Abzweigungen der Aquädukte Appia und Virgo versorgt, während die mittelhohen Aquädukte Marcia, Tepula und Julia sich über 12 Stadttheile verbreiteten, und die Leitungen Claudia und Anio novus den sämmtlichen hochgelegenen Parthien Roms Wasser zuführten. Aus der angeführten Versorgungsweise erklärt es sich, dass die Wasservertheilung sehr komplicirt werden musste, und dass manche Quartiere von Aquädukten durchschnitten wurden, ohne einen Tropfen Wasser aus denselben zu erhalten.

Derjenige, welcher einen Wasseranschluss zu erhalten wünschte, hatte ein entsprechendes Gesuch an den Kaiser zu richten, der es günstigen Falls, dem Kurator zur Erledigung übergab. Letzterem unterstand das gesammte Wasserversorgungswesen. Die Koncession für Private wurde nur für ein bestimmtes Wasserquantum ertheilt und hatte für die Lebenszeit der betreffenden Person Gültigkeit. Wurde eine derartige Koncession durch den Tod des Inhabers vacant, so wurde solches öffentlich bekannt gemacht.

Nerva gewährte eine dreissigtägige Frist bis zum Wasserabschluss, damit ein Besitzthum nicht plötzlich des Wasseranschlusses beraubt wurde, und um dem Interessenten Zeit zu geben, die erforderlichen Schritte thun zu können. War die Koncession für ein in gemeinschaftlichem Besitz befindliches Grundstück ertheilt, so blieb der letzte Ueberlebende im Besitze des gesammten zugestandenen Wasserquantums.

Die Vorschriften über den Anschluss von Privatleitungen an die öffentlichen Versorgungsstellen besagten, dass ein solcher Anschluss nur an einer, vorher von der Behörde genehmigten Stelle und nur mit einem behördlicherseits gestempelten Rohrstück beschafft werden durfte. Diese kreisrunden Passstücke waren entweder aus Bronce oder Blei. Sie mussten mindestens 30 cm laug sein und einen bestimmten Durchmesser besitzen. Die Anzahl der zur Verwendung gekommenen Durchmesser belief sich für gewöhnliche Zwecke auf 15, ihre Gesammtzahl betrug 25. Die Anschlussleitungen mussten auf mindestens 50 Fuss Länge genau denselben Durchmesser wie das Passstück, welches die Bezeichnung calix trug, besitzen. Die letztere Vorschrift war aus

der Erkenntniss hervorgegangen, dass durch eine Erweiterung des Rohres hinter dem calix die zur Abführung kommende Wassermenge erheblich vergrössert werden konnte. Die Einheit, nach welcher das abgegebene Wasser gemessen wurde, war der Quinarius, d. h. ein Wasserquantum, das durch ein vertikales Rohr von 3 cm Durchmesser und 30 cm Länge, über dessen Eintrittsmündung das Wasser 33 cm hoch stand, floss. Das hierbei in 24 Stunden zum Abfluss gekommene Wasserquantum betrug rund 420 l. Nach Frontin ist die Einführung dieser Messweise auf Vitruv zurückzuführen.

Da die von dem Privatwasserschloss bis zu den einzelnen Häusern führenden Leitungen eine sehr verschiedene Länge besassen, so ergaben die gleichen Passstücke eine sehr verschieden grosse Wassermenge.

Die römischen Ingenieure suchten durch eine grosse Vergendung des Wassers, indem sie den Benutzern viel mehr Wasser zukommen liessen, als diese überhaupt beanspruchen konnten, die Ungleichheiten ihres unvollkommenen Wasservertheilungssystems auszugleichen. Die römische Art der Wasserentnahme hatte ausserdem den Nachtheil, dass sie die Veranlassung zu einer Reihe von Betrügereien gab. Die unrechtmässige Wasserentnahme wurde in der Weise bewirkt, dass grössere Anschlussstücke als bewilligt waren, oder überhaupt ungestempelte Stücke benutzt wurden. Seitens der unteren Beamten wurden Betrügereien dadurch begangen, dass bei dem Uebertragen eines Wasserrechts von dem bisherigen Eigenthümer an einen anderen, ein neues Anschlusstück an dem Wasserbehälter angebracht und durch das vorhandene nach wie vor Wasser abgeleitet wurde. Frontinus beklagte nicht nur diese Betrügerei, sondern auch den Umstand, dass hierdurch der gute Zustand eines Behälters verschlechtert werden musste.

Es ist verschiedentlich von Ingenieuren (genannt seien: Rondelet, Belgrand, Leger, Beck, Herschel) versucht worden, die Rom täglich zugeführten Wassermengen zu bestimmen. Es ist erklärlich, dass diese Angaben in ihrer Höhe ausserordentlich von einander abweichen. Rondelet hat diese Menge zu 1488300 cbm berechnet, Belgrand hält 950000 cbm noch für zu hoch. Neuerdings hat Herschel dieselben zu 622000 cbm angegeben, wovon 440000 cbm innerhalb und 182000 cbm ausserhalb der Stadt verwandt worden seien. Herschel glaubt, dass infolge der häufig nothwendig gewordenen Reparaturen an den Aquädukten, sowie infolge der vielen ungesetzlichen Ableitungen des Wassers auf dem Wege von den Gewinnungsstellen nach Rom das Durchschnittsmafs zu 227000 cbm angenommen werden muss, was für den Kopf der Bevölkerung rund 230 l ergeben haben würde, ein Quantum, dass noch immer ausserordentlich hoch erscheint, wenn man bedenkt, dass dem grösseren Theil der Bevölkerung das Wasser nicht in die Häuser geleitet war, sondern von den Bewohnern von den öffentlichen Entnahmestellen nach Hause getragen werden musste. Denjenigen Einwohnern, welche Wasseranschluss besassen, wurde das Wasser mittelst der aus Blei- oder Thonröhren hergestellten Privatleitung bis in den inneren

Hof (Cavaedium) geliefert. Das Wasser ergoss sich hier nnunterbrochen Tag und Nacht durch einen Brunnen oder eine Fontäne in das Implnvinm, d. h. in ein in der Hofmitte befindliches Bassin. Diese Anordnungsweise zeigen insbesondere die reicheren Häuser Pompejis. In Rom war eine derartige verschwenderische Versorgungsweise im Hinblick auf die Unzuverlässigkeit der Wasserzuführung geboten, und war durch den tiefliegenden Ausflusspunkt die grösste Sicherheit für einen beständigen Wasserzufluss gegeben. Eingeschaltet möge an dieser Stelle werden, dass das Wasser vielfach nach Stunden abgegeben wurde, und dass die Uhren so verbreitet waren, dass selbst in abgelegenen Gegenden Afrikas eine stnndenweise Abgabe des Wassers vorgekommen ist.

Die Verwaltnng der Wasserversorgungsanlagen Roms war ursprünglich sehr einfacher Art. Das gesammte Wasser ergoss sich in die Wasserkammern und in die Fontänen. Den Privaten stand wie erwähnt, lediglich der Ueberflnss aus den Bassins zur Verfügung. Später erlaubte man, dass die Private das aus den Undichtigkeiten der Aquädukte entströmende Wasser benutzen durften, was nach Frontin mit vielen Uebelständen verbnnden war. Die Verwaltung lag in jener früheren Zeit bald den Aedilen, bald den Censoren ob. Auf die Einzelheiten und die gesetzliche Regelung sowie auf die Entwicklung der Verwaltungsverhältnisse bei den Römern wird im VII. Kapitel näher eingegangen werden. Die Unterhaltung war gewöhnlich verpachtet und die öffentlichen Pächter mnssten für diese Arbeiten immer eine bestimmte Anzahl Sklaven bereit halten. Die Namen dieser Handwerker waren nach den ihnen zngewiesenen Quartieren und nach der Art der Arbeit gesondert auf öffentlichen Tafeln verzeichnet. Die mit der Verwaltung betranten Aedilen oder Censoren kümmerten sich nm die geringsten Einzelheiten des Betriebes. Durch strenge Strafandrohungen suchten sie Beschädigungen und einer missbräuchlichen Benutzung vorznbeugen. Die unrechtmässig bewässerten Felder wurden konfiscirt und die Pächter, die Betrügereien begünstigt hatten, mit schweren Geldstrafen belegt. In der im Jahre 39 v. Chr. erlassenen lex Quinctia wurde für jede Verunreinigung eines Aquädnktes eine Strafe von 10000 Sesterzen (= 1120 Mark) angedroht. In Wirklichkeit nützten diese scharfen Bestimmungen wenig, und fast öffentlich kamen die gröbsten Missbräuche vor. Agrippa führte eine sehr gute Regelnng der Verwaltung ein. Nachdem derselbe im Jahre 34 v. Chr. die Aquädukte, die in jener Zeit nur ausserordentlich schlecht fnnktionirten und Rom nur geringe Wassermassen zuführten, wieder leistungsfähig gestaltet hatte, blieb er gleichsam auf Lebenszeit Verwalter dieser Werke. Agrippa unterhielt die Anlagen und organisirte eine Sklavenbande, die mit der beständigen Ueberwachung betraut wurde. Augustus überliess diese Familien, welche er von Agrippa geerbt hatte, dem Staat als Eigenthnm. Neben dieser dem Staate gehörenden Bande, die 240 Mann stark war, bildete Claudius um das Jahr 40 n. Chr. eine zweite Bande, die 460 Mitglieder zählte, Eigenthum des Kaisers

blieb und den Namen Familia Caesaris trug. Dieser Theil der Organisation erhielt sich bis zu Frontins Zeiten. Unter den Mitgliedern dieser beiden Sklavenbanden waren die verschiedenen Handwerke vertreten. Man unterschied dieselben nach ihren Obliegenheiten in: Aufseher oder Verwalter (villici), Bassinwächter (castellarii), Controlleure (circitores), Pflasterer (silicarii), Tüncher (tectores) und Handlanger (opifices). Nach dem Tode Agrippas reorganisirte Augustus die Verwaltung abermals und schuf die Stelle eines Kurators, dem die gesammten Wasserversorgungsanlagen Roms unterstellt wurden. Diese Stellung galt für eine ausserordentlich hohe und ehrenreiche, und wurden die Inhaber dieser Würde stets aus dem Kreise der angesehensten und bewährtesten Männer gewählt.

Der Kurator der Wasserleitungen war, wenn er seine Funktionen versah, von einem zahlreichen Gefolge begleitet, in dem sich Architekten, Schreiber, Buchführer, ein Ausrufer und drei Staatssklaven befanden. Ausserhalb der Stadt traten zwei Liktoren hinzu. Dem Kuratoren wurden alle auf die Wasserleitungen bezüglichen Vergehen zur Kenntniss gebracht, er hatte alle Kontraventen abzuurtheilen, die in eine Strafe von 10000 Sesterzen (in jener Zeit 1840 Mark) verurtheilt wurden. Die eine Hälfte dieser Strafgelder fiel dem Angeber, die andere dem Staate zu. Trotz aller Gesetze und Vorschriften machte sich nach und nach in der Verwaltung eine grosse Nachlässigkeit geltend, und das Wasser wurde in der skandalösesten Weise missbräuchlich benutzt. Wie Belgrand zutreffend bemerkt, trug zu diesen unleidlichen Zuständen nicht am wenigsten der Umstand bei, dass die Verwaltung im Laufe der Zeit immer mehr ihren städtischen Charakter verloren hatte. Kaiser und Senat lag die Erledigung der unbedeutendsten städtischen Vorkommnisse ob, und da dieselben gleichzeitig die Angelegenheiten fast der ganzen Erde wahrzunehmen hatten, so war es erklärlich, dass sie sich wenig um die Verwaltung der Wasserversorgung kümmern konnten. Das Wasser der Marcia und Julia erreichte überhaupt nicht mehr den Vertheilungsort. Die alten Wasserschlösser liess Nero für die Vertheilung der Claudia und der Anio novus benutzen, und wie Plinius berichtet, wurde nicht nur die Marcia sondern auch die Virgo abgeleitet. Er schreibt: „Schon seit langer Zeit ist die Stadt des Genusses der einen und der anderen dieser Leitungen beraubt, deren Wasser aus Geiz oder aus Begehrlichkeit von dem Eigenthümer in ihre Badehäuser abgeleitet werden, zum Nachtheil der öffentlichen Gesundheitspflege.“

Während, wie oben erwähnt, zur Zeit der Republik dem Privatgebrauch nur der Ueberfluss aus den Bassins zugängig gemacht worden war, wurde im Laufe der Zeit diese Erlaubniss auch auf das den Rissen und sonstigen undichten Stellen der Aquädukte entströmende Wasser ausgedehnt. Diese Massregel hatte die schlimmsten Folgen, da nunmehr das Bestreben auf eine ständige Vergrösserung dieser Wassermengen durch Vermehrung oder Erweiterung der Ausflussstellen gerichtet war. Wenn es überhaupt schon schwierig ist, Anlagen

wie die römischen Aquädukte, auf die Dauer, selbst bei guter Verwaltung dicht zu halten, so musste die erwähnte Erlaubniss zum allmählichen Ruin der Werke führen. Auf diese eigenartigen Verhältnisse sind die zahlreichen Zerstörungen, welchen die römischen Aquädukte trotz ihrer so soliden Herstellungsweise ausgesetzt waren, und die vielfachen Restaurationsarbeiten zurückzuführen, von welchen die überkommenen Inschriften berichten. So besitzen die drei Inschriften über der Porta Maggiore (s. Abh. 228) den folgenden Wortlaut.

Die obere Inschrift bezieht sich auf die Erbauung der Claudia und der Anio novus, sie lautet: „Ti Claudius. Drusi. F. Aug. German. Pont. Max. Tribun. Potest. XII. Cos. V. Imp. XXVII. Pat. Patriae. Aquam. Claudiam. Ex Fontibus. Quae Vocabantur. Caeruleus et Curtius A. Milliario XLV. Item. Anienem. Novum. A. Milliario LXII Sua Impensa. In Urbem. Perducendas. Curavit."

Die mittlere Inschrift bezieht sich auf die Wiederherstellung des Aquädukts Claudia durch Vespasian im Jahre 71 n. Chr., nachdem diese Leitung 9 Jahre lang unterbrochen gewesen war. „Imp. Caesar Vespasianus. Aug. Pont. Max. Trib. Pot. II. Imp. VI. Cos. III. Design. IV. Pat. Patr. Aquas. Curtiam Et Caeruleam. Perductas A. D. Claudio. Et Postea. Interruptas. Dilapsasque. Per Annos IX. Sua, Impensa. Urbi Restituit".

Die dritte Inschrift besagt, dass Titus auf seine Kosten durch Herstellung eines neuen Aquädukts das Wasser der Claudia und der Anio novus der Stadt wieder zuführte. Dieselbe lautet: „Imp. T. Caesar. Divi. F. Vespasianus. Augustus. Trib. Potest. X. Imp. XVII. Pater. Patr. Censor. Cos. VIII Aquas Claudiam et Anienem. Perductas A. D. Claudio et Postea A. D. Vespasiano. Patre. Suo. Vrbi. Restituas. Cum. Capite. Aquarum. A. Solo. Vetustate. Dilapsae Essent. Nova. Forma. Red. Cendas, Sua Impensa Curavit".

Eine neue Aera für die römischen Aquädukte begann mit der Thätigkeit des Frontinus.

Bei der Bedeutung, welche Julius Frontinus für die römischen Wasserversorgungsanlagen gehabt hat, ist es geboten, auf die Thätigkeit dieses Mannes, der seinen Namen unsterblich gemacht hat, näher einzugehen.

Frontinus Geburtsjahr steht nicht fest, man nimmt an, dass er etwa im Jahre 40 n. Chr. geboren ist; als Todesjahr wird das Jahr 103 n. Chr. angegeben. Frontinus war unter der Regierung der Kaiser Vespasian, Titus, Domitian, Nerva und Trajan thätig. Als Vespasian im Jahre 69 n. Ch. eine allgemeine Landesvermessung anordnete, die in der Zeit von 69—79 zur Ausführung kam, betheiligte sich auch Frontinus an dieser Beschäftigung, wie seine Abhandlung in dem Sammelwerk der römischen Agrimensoren erkennen lässt. Im Jahre 70 war er Prätor urbanus. Von 75—78 befand er sich in Britannien, woselbst er ein Armee-Corps befehligte und die Bewohner der jetzt Wales genannten Landschaft unterwarf. In Monmouthshire trägt noch heute eine Landstrasse, die von ihm erbaut wurde, seinen Namen.

Aus gewissen Stellen des von ihm verfassten Werkes über Strategie hat man schliessen wollen, dass Frontinus anch in Deutschland gefochten hat. Gegen Ende des Jahres 96 wurde er Curator aquarum, d. h. kaiserlicher Verwalter der Wasserwerksanlage der Weltstadt Rom. Frontinus war der 17. Inhaber dieser Stellung. Seine Vorgänger waren: Messala Corvinus, C. Attejus Capito, Tarius Rufus, M. Coccejus Nerva, C. Octavius Laenas, M. Porcius Cato, Didius Gallus, Domicius Afer, L. Piso, Petronius Tnrpilianus, P. Marius, Fontejus Agrippa, Albius Crispns, Pompeius Sylvanus, T. Ampius Flavianns, Acilins Aviola. Im Jahre 97 wurde Frontinus Consul suffectus nnd im Jahre 100 unter Trajan Konsnl. Um sich über die Pflichten seines Amtes genan zn unterrichten und um gleichzeitig seinem Nachfolger ein Eindringen in die Obliegenheiten zn erleichtern, verfasste Frontinus eine eingehende Abhandlung über die römischen Wasserwerksanlagen, von welchen gleichzeitig auf seine Veranlassung genaue Aufmessnngen und Pläne angefertigt wnrden. Er liess, um über den Wasserverbrauch eine zutreffende Uebersicht zu erhalten, genaue Ermittlungen über den öffentlichen nnd privaten Kousum, über die Anzahl der Wasserbehälter, über den Verhrauch der Bäder nnd der Springbrunnen anstellen. Er ging mit grosser Strenge gegen jede Wasservergendung und gegen jede nngesetzmässige Benutzung vor. Diese Ermittlnngen ergaben, dass der wirkliche Wasserverhrauch um 10% grösser war, als die gesammte zugestandene Wassermenge. Frontinus liess daher die Aquädukte einer peinlichen Ueberwachung und Untersuchung unterziehen.

Die durch eine strenge Handhabung der Gesetzesvorschriften gewonnenen Wassermengen fanden für neue Springbrunnen nnd neue Konsumenten Verwendung. Um seinen Pflichten gerecht zu werden, erachtete Frontinus eine oftmalige genane Inspicirung der Wasserwerksanlagen für unerlässlich, damit rechtzeitig die erforderlichen Unterhaltungsarheiten und die nothwendigen Abänderungen angeordnet werden konnten. Dem Cnrator aquarum lag es nach Frontinns Ansichten oh, sich durch den Augenschein über die Verhältnisse zu unterrichten, damit er stets in der Lage war zu heurtheilen, welche Arbeiten durch öffentliche Vergebnng, welche im Tagelohn zur Ansführung zu bringen seien.

Die von Frontinus angestellten Messungen der Rom zugeführten Wassermengen hatten den Zweck, ihm ein Bild über die Verhrauchsverhältnisse zu geben. Sie wurden ansgeführt unter Zugrundelegung der damaligen Kenntnisse auf dem Gehiet der Hydraulik, und da diese sehr wenig zntreffend waren, so kann es nicht Wunder nehmen, dass die erzielten Ergebnisse wenig der Wirklichkeit entsprachen. Geschwindigkeitsmessungen kannte man nicht und man machte keinerlei Unterschied in Bezug auf die Wasserfortführung in offenen Rinnen und in Druckrohren, man war sich nicht bewnsst, dass ein Rohr von 1 qm Querschnittfläche eine grössere Wassermenge zu liefern vermag als etwa 100 kleinere Rohre von dem gleichen Gesammtquerschnitt. Auch über den

Einfluss der Druckhöhe auf die Quantität des ausfliessenden Wassers hatten die Alten keine ganz zutreffende Vorstellung. Frontinus Ansichten über diesen Punkt lauten: „Jedes Wasser, das von einem höheren Ort kommt und nach kurzem Lauf in das Wasserkastell fällt, entspricht nicht nur seinem Gemäfs, sondern liefert noch Ueberfluss, so oft das Wasser aber aus einem niedrigen Ort, also mit geringerem Gefälle einen weiteren Weg geleitet wird, büsst es durch die Trägheit der Leitung an Mafs ein“.

Im Vorhergehenden ist bereits von dem calix die Rede gewesen, jenem broncenen, geaichten Rohrstutzen von vorgeschriebener Weite und Länge, an welchen die Privatleitungen angeschlossen werden mussten. Frontinus äussert über die Anbringung dieser Stutzen in Bezug auf ihre Höhenlage zu einander folgendes: „Bei der Anbringung der Kelche ist zu beobachten, dass sie nach der Linie geordnet werden, und nicht der Kelch des einen mehr unten, der des anderen mehr oben angeordnet werde, denn der niedrigere verschlingt mehr, der höhere saugt weniger, weil der Lauf des Wassers von dem niederen angezogen wird.“

Frontinus gab genaue Instruktionen über die Arbeit eines jeden einzelnen der Arbeiter und traf Anordnungen, dass die Thätigkeit dieser Leute genau überwacht wurde. Die erforderlichen Ausbesserungen an den Aquädukten sollten im Frühjahr oder im Herbst zur Ausführung kommen, d. h. zu einer Jahreszeit, in welcher der Wasserbedarf nicht so gross war. Derartige Arbeiten sollten stets mit der grössten Eile geschehen, zu diesem Zwecke verlangte Frontinus, dass vor ihrem Beginn alle notbwendigen Vorarbeiten mit Sorgfalt getroffen wurden. Sowohl bei grosser Hitze als bei Kälte sollten Mauerarbeiten überhaupt nicht beschafft werden, da diese Temperaturen die Herstellung eines guten Mauerwerks, wie es namentlich für Wasserleitungsbauten unbedingt nöthig ist, nicht gestatten. Um eine auf Bogen liegende Wasserleitungsstrecke ausbessern zu können, ohne die Leitung auf längere Zeit aus dem Betrieb nehmen zu müssen, schlug Frontinus vor, mit Blei ausgeschlagene Rinnen herzustellen, unter welchen die Pfeiler und Bogen gebaut werden konnten.

Die ausserordentliche Umsicht, welche Frontinus bei der Verwaltung der ihm anvertrauten Anlagen bekundete und die grosse auf deren gute Unterhaltung gerichtete Sorgfalt, waren von dem besten Erfolge gekrönt, sodass die Zeit der Wirksamkeit dieses Mannes als eine Glanzperiode in der Geschichte der Aquädukte Roms bezeichnet werden kann.

Ueber das Schicksal der Aquädukte in späterer Zeit ist anzuführen, dass gegen das Jahr 212 n. Chr. Caracalla umfangreiche Ausbesserungsarbeiten an der Marcia ausführen liess. Von weiteren derartigen Unterhaltungsarbeiten verlautet alsdann bis zu den Zeiten Theodosius des Grossen nichts mehr, und es muss, da selbst in der Zeit der ersten Kaiser, ungeachtet des Reichthums und der Macht der damaligen Herrscher, die Aquädukte in einem hohen Mafse vernachlässigt wurden, angenommen werden, dass diese so viel bewunderten

Schöpfungen sich in einem sehr schlechten Zustand befunden haben. Fest steht mit Sicherheit, dass unter Arcadius und Honorius das Wasser der Claudia noch nach Rom gelangte. Der Text zweier von diesen Kaisern in den Jahren 399 und 402 n. Chr. erlassener Gesetze, welche sich auf die Erhaltung der genannten Leitung und ihres Zuflusses beziehen, ist uns überliefert. Ebenso ist die Existenz der Hadriana durch einen erhaltenen Brief nachgewiesen. Aus der Zeit der Invasion der Germanen in Italien ist keinerlei Kunde über die Aquädukte vorhanden. Als Theodorich sich Roms bemächtigte, liess er auf seine Kosten die Leitungen ausbessern. Ueber diese neue kurze Glanzperiode in der Geschichte der römischen Aquädukte berichtet Procopius, der die Anzahl der damaligen Wasserleitungen, wie schon früher angeführt, zu 14 angiebt.

In dem Kampfe zwischen dem Gothenkönig Vitiges und Belisar wurden die Leitungen abgeschnitten und somit zerstört. Belisar stellte in der Folgezeit zwar die Trajana und wahrscheinlich auch die Claudia wieder her, der gänzliche Verfall der Aquädukte wurde hierdurch jedoch nur für eine kurze Spanne Zeit aufgehalten. Die letzte in Funktion befindliche Wasserleitung, die Trajana, versiechte im Jahr 549 n. Chr. Die Unterbrechung dauerte bis zum Jahre 776, in welchem Zeitpunkte die Wiederherstellung der Aquädukte durch die Päpste begann, auf welche Arbeiten an dieser Stelle jedoch nicht eingegangen werden kann.

Wenn auch zweifellos die Aquädukte Roms das imposanteste Bild der Thätigkeit der römischen Ingenieure auf dem Gebiete der Wasserversorgung gewähren, so müssen nichtsdestoweniger, will man ein Gesammtbild dieses so sehr von den Römern kultivirten Zweiges der Ingenieurtechnik gewinnen, auch die ausserhalb Roms und Italiens geschaffenen Werke einer Betrachtung unterzogen werden. Die Anzahl der ausserhalb ihrer Hauptstadt durch die Römer zur Ausführung gekommenen Wasserversorgungsanlagen ist eine so bedeutende, dass nur ein kleiner Bruchtheil derselben eingehendere Erwähnung finden kann. Namentlich unter dem Kaiserreich wurde auf diesem Gebiete eine umfangreiche Thätigkeit in allen Theilen des Weltreiches entfaltet.

Von den zur Zeit der Republik erbauten Wasserleitungen seien diejenigen in den Städten Pisanus, Fondi und Pollentia genannt, welche in den Jahren 173 v. Chr. durch den Censor Fulvius Flaccus vergeben wurden. Von den sonstigen Wasserversorgungsanlagen in Italien verdienen die Wasserleitungsanlagen von Neapel und Alatri besondere Erwähnung.

Das antike Neapel wurde durch zwei bedeutende Aquädukte gespeist und zwar durch die ältere samnitische und in späterer Zeit durch die Claudische Wasserleitung. Durch die letztere, unter Augustus, Claudius oder Nero geschaffene Anlage wurden gleichzeitig einige Städte der Campania Felix mit dem Wasser der etwa 90 km von Neapel entfernten Quelle des Serino gespeist. Die Leitung folgte auf hohen Mauerkonstruktionen dem Laufe des Sabato

und brachte das Wasser nach Pompeji, Nola und Neapolis. Auch die berühmten Villenanlagen auf dem Posilipo, sowie die berüchtigten Badeorte Bajä und Cumä, sowie endlich das im Meere liegende Nisida und das Cap Misenum wurden durch diese Anlagen versorgt. Für die Wasseraufspeicherung der hier eine Zeit lang stationirt gewesenen römischen Flotte war die grossartige Piscina mirabilis bestimmt.

Eine der antiken Wasserleitungen Neapels ist erst am Anfange der achtziger Jahre dieses Jahrhunderts bekannt geworden und zwar bei Gelegenheit der Herstellung eines neuen Tunnels in der Nähe des unter dem Namen „Grotte des Posilipo“ bekannten und bereits früher beschriebenen antiken Bauwerks. Der aufgefundene Felskanal ist von solchen Dimensionen (Abb. 244), dass ein Erwachsener bequem darin gehen kann. Die Höhe beträgt 1.5—2 m, im oberen Theil ist die Breite 0,5—0,6 m, im unteren 0,3 m. Die Decke ist halbkreisförmig. Während die Letztere meistens keine Bekleidung besitzt, ist der übrige Theil bis Kämpferhöhe mit einem 15 mm starken, harten und marmorartigen glänzenden Stuck überzogen. Auf diesem Stuck finden sich bis zur halben Höhe Kalkablagerungen. Die Herstellung dieses Kanals ist in der Weise erfolgt, dass in bestimmten Abständen runde Schächte von 0,9 m Durchmesser angelegt wurden, durch welche das Ausbruchsmaterial herausgeschafft wurde, gleichzeitig dürften sie wohl auch zur Reinigung der Leitung benutzt worden sein. Die Kanaltrace zeigt zahlreiche Knicke und meistens eine gekrümmte Linienführung. Die Leitung theilte sich in drei Zweigkanäle. Nach den in den Stuck eingeritzten Inschriften ist ein gewisser Macrinus im Auftrage des Diadumeno mit der Ausführung dieser Anlage beschäftigt gewesen, und wurde das Werk im Jahre 65 n. Chr. hergestellt.

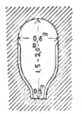


Abb. 244.
Die Wasserleitung des Macrinus in Neapel.

Alatri gehört zu den wenigen bis jetzt bekannten Beispielen der Anwendung des Heberprincips durch die Römer. Ausserhalb Italiens sind in dieser Beziehung zu nennen: Lyon, Pergamum, Aspendus und Arelatum. Die Wasserleitung von Alatri kam bereits um das Jahr 100 v. Chr. zur Ausführung. Dieselbe wirkte keineswegs, wie man zunächst anzunehmen geneigt ist, vorbildlich, da die Römer, selbst in Fällen, in welchen dieses sich ohne weiteres hätte ergeben müssen, durchaus nicht von Syphons Gebrauch machten.

Angeregt durch eine Marmortafel im Rathhause von Alatri, auf welcher das Folgende berichtet wird, hat man Nachforschungen angestellt, welche das thatsächliche Vorhandensein einer Druckwasserleitung ergeben haben. Die Inschrift besagt L. Betilienus Varus habe an einer Stelle neben der Stadt in einer Höhe von 340 Fuss (= 100,55 m) in festen Röhren Wasser geleitet und Bogenstellungen ausgeführt, der Senat habe ihn deshalb zweimal zum Censor erwählt

und seinem Sohn Stipendien gegeben, das Volk aber habe ihm eine Statue errichtet. Die Trace dieser Leitung ist aus dem beigefügten Situationsplan, Abb. 245, ersichtlich. Die Leitung durchsetzt das Thal des Cosa-Bachs, dessen Sohle etwa 101 m tiefer liegt als das Ausgussbecken in Alatri. Der Einfluss in die Heberleitung erfolgte wahrscheinlich in einem auf dem Monte Paielli vorhandenen Becken, das 2 m höher liegt als der Ausfluss am Petersthor in Alatri. Die Zuführung in das Einflussbecken des Hebers geschah nach den aufgefundenen Resten durch offene Gerinne. Die zur Verwendung gekommenen Röhren sind theils 10 mm, theils 32—35 mm starke Bleiröhren von 10 cm

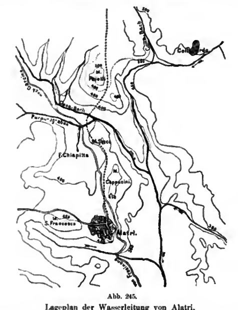


Abb. 245.
Lageplan der Wasserleitung von Alatri.

innerem Durchmesser. Es scheint als ob dem in den verschiedenen Leitungsstrecken entsprechenden Druck gemäss die Wandstärke der Röhren variirt worden ist.

Die bedeutenden Ueberreste der antiken Wasserleitungen Lyons lassen erkennen, dass diese Kolonie, die eine sogenannte colonia deducta war, sich zu grosser Bedeutung emporgeschwungen haben muss. Durch die erste für Lyon zur Ausführung gekommene Leitung wurde das Wasser des Massifs des Mont d'Or der Stadt zugeführt. Die Entfernung der Quelle von der Stadt beträgt etwa 20 km. Man glaubt, dass diese Leitung dem Triumvirn Marcus Antonius zu danken ist. Unter der Regierung Augustus erwies sich die der Stadt zuge-

führte Wassermenge bereits als nicht mehr ansreichend, nnd wurde anf Veranlassung von Agrippa und Drusus ein zweiter Aqnädukt (nach dem Flusse Brevenne genannt) angelegt. Die Wasserentnahme erfolgte hierbei in dem engen Thal von Orgeolle. Diese Leitung durchschnitt mittelst eines Hebers von 200 m Länge das Thal von Salvagny. Das Gerinne war durchgängig aus viereckigen, durch Cement mit einander verbundenen Steinblöcken erbaut, die Höhe betrug 5 Fnss, die Breite 2 Fuss. Die Stärke der Auskleidungsschicht war 1¼ Zoll. Beide Leitungen genügten für die Dauer nicht, namentlich gestatteten sie nicht die Versorgung des auf der Höhe des heutigen Fourvières belegenen Kaiserpalastes. Die weiteren Wassermengen mussten aus einer Entfernung von mehr als 50 km hergeleitet werden, und zwar aus den das Gierthal umschliesenden Bergen (Mont Pilat). Das kostspielige Unternehmen wurde unter Clandius verwirklicht, dessen Namen sich auf vielen der Leitungsrohre befindet (Ti. Cl. Caes.). Die Rohre hahen eine Länge von 18—20 Fnss. Diese Leitung ist das hedeutendste römische Werk dieser Art, das sich in Gallien findet. Die Entnahmestelle liegt in der Höhe von 380 m, hier war ein Damm errichtet, sodass das Quellwasser zunächst aufgestant wurde. Die Leitung ist theils unterirdisch, theils auf Brücken, theils in Tunnel geführt. Das tiefe Thal von Pouillet durchquert sie mittelst eines Hebers, der auf einer Brücke von 13 Bogenöffnungen ruht. Die Leitung besteht hier aus 8 Bleirohren. Bei Soncien ruht die Leitung auf 71 Bogenstellungen von 17 m Höhe und einer Gesammtlänge von 485 m.

Das Thal der Garonne wurde mittelst eines Hebers von 94 m Pfeilhöhe dnrchschnitten. Die Leitung hestand hier aus neun Bleirohren. Es schloss sich daselbst eine Brücke von 23 Bogen und 208 m Länge an. Auf dem Plateau von Chaponost war ein Aquädukt von 550 m Länge vorhanden. Der Heher, mittelst welches die Yzeron übersetzt wurde, hatte eine Pfeilhöhe von 123 m, derselhe bestand aus 10 Bleiröhren. In der Thalmitte ruhten dieselben anf einer Brücke von 30 Bogen von etwa 268 m Länge, die Spannweite heträgt 7,35, die Höhe 16 m. Auf dem weiteren Wege findet sich ein dritter Heber, der acht Rohrstränge aufweist. Der Endpunkt dieser Leitung liegt in einer Höhe von 296 m und 15 m höher als diejenigen der beiden anderen Leitungen. Während die Höhendifferenz zwischen den heiden Endpunkten nur 84 m beträgt, war die Pfeilhöhe des hedeutendsten Hehers 123 m, sodass hier die Leitung einem Drucke von üher 12 Atmosphären ansgesetzt war. Am Endpunkt ist ein Brunnenkastell angeordnet, von wo ans die Vertheilung des Wassers erfolgte. Die einstige Leistungsfähigkeit dieser Wasserleitung wird auf 45000 chm pro Tag geschätzt. Eine weitere Leitung diente vermnthlich zur Speisung der Naumachie. Die gesammte Wassermenge, die Lyon zugeführt wurde, dürfte etwa 100000 chm pro Tag hetragen haben, sodass, da die Stadt zu jener Zeit etwa 80000—100000 Einwohner gezählt haben dürfte, auf den Kopf der Bevölkerung 1000—1200 Liter kamen.

Ueber den eigentbümlichen Qnerschnitt der Bleiröhren der Leitung des Mont Pilat. (Abb. 243) ist bereits anf Seite 551 gesprochen worden.

Die römische Wasserleitung von Pergamum diente zur Versorgung der Unterstadt. Die Zuführung erfolgte mittelst thönerner Röhren von dem Madarasdagh in einer Länge von 60 km. Die Röhren, 3 an der Zahl, sind nebeneinander verlegt, nnd zwar sind sie in das mit Schieferstückcben vermischte Erdreich gebettet. Die Bedeckung bestebt aus etwa 6 cm starken Schieferplatten ohne Mörtelverband. Die Dimensionen der Röbren, wie solche an einzelnen Stellen gefunden sind, betragen: Länge 64 cm, innerer Durchmesser 19 cm, Wandstärke 32—40 mm. Um das Wasser über die hinter dem Burgberge befindlichen Einsattlungen zu führen, waren Aquädukte erbaut worden, von welchen noch ansehnliche Reste erhalten sind. Der grössere der beiden Aquädukte (Abb. 199, Seite 507) ist dem Augenscheine nach in späterer Zeit Veränderungen unterzogen worden. Die aufgefundenen Tbonröhren, die wahrscheinlich einst die römische Leitung an dieser Stelle gebildet haben, besitzen eine Wandstärke von 6—9 cm, bei einem inneren Rohrdurchmesser von 16—18 cm, ihre Länge betrug ca 48 cm. An den Enden des Aquädnktes setzt sich das Manerwerk nocb nach beiden Seiten hin den Berg hinauf weiter fort. Auf der Südseite beträgt die Länge etwa 70 m, auf der Nordseite, die weniger steil ist, mehrere hundert Meter. Die Befestigung der Röhren, die zweifellos einer Druckleitnng angehörten, ist auf dem Aquädukt durch Lochsteine (Quadern von fast ku bischer Form mit 60—80 cm Stärke und einer Durcbbohrung von 24 cm) erfolgt. Diese Steine waren mit dem Quadermanerwerk des Aqnädukts jedenfalls in feste Verbindung gebracht.

Die scbwierige Muffendichtungsfrage war ebenfalls durch die Verwendung dieser Lochsteine gelöst worden. An dem einen Endo des grossen Aquädnkts hat man zwei Behälter gefunden, die jedenfalls als Klärbassins gedient haben, nm das Wasser, bevor es in die Druckleitung eintrat, zu reinigen und die festen Bestandtheile zurückznhalten. Ueber die Brücke waren nach den aufgefundenen Resten fünf Tbonrohrleitungen gefübrt. Um die einzelnen Stränge untersncben zu können, waren rnnde Reinigungsöffnungen in einigen der grösseren Quadern angebracht. In einer dieser Oeffnungen wurde noch ein runder, eingepresster Stein gefunden, die Fugen waren mit Kalkmörtel vergossen.

Die Ueberreste der Wasserleitung von Aspendus sollen an Grösse selbst den Pont du Gard übertreffen.

Die Wasserversorgung von Arelatum (Arles) war in der ersten Zeit nach Gründung der römischen Kolonie eine ungenügende gewesen. Das unreine, zudem brakische Wasser der Rhône konnte nur für den tiefgelegenen Tbeil der Stadt nutzbar gemacht und auch hier nur zu den gewöhnlichsten Zwecken gebraucht werden. Konstantin verdankte die Stadt die Erbauung einer Leitung, durch welche das beste Wasser der Stadt zugeführt wurde. Die Hauptleitung ging von der Umgegend von Mollèges, in der Nähe von Orgon aus, die Neben-

leitung von Maussane. Bei den Teichen von Baux überschritt die Leitung das Thal auf einem Aquädukt von doppelten Bogenreihen, der sogenannten Brücke von Crau. Das Wasser der berühmten Fontaine von Vaucluse wurde späterhin ebenfalls für die Stadt nutzbar gemacht. Die Leitung geht durch den Berg von Vauclnse, sie wendet sich nach vielfachen Krümmungen der Durance zu und überschreitet diesen Fluss in einer Bleileitung. Das gesammte Wasser trat in Arles an dem höchstgelegenen Punkte aus. Mit demselben wurden die Thermen und die Naumachie versorgt, und wandte sich die Leitung, nachdem durch sie auch der hochgelegene Theil gespeist war, dem auf dem rechten Rhôneufer helegenen Kaiserpalast zu. Von hier aus führten Bleileitungen in Form eines Syphons das Wasser durch den grösseren Flussarm und versorgten das stark bevölkerte Quartier von Trinquetaille.

Vorstehende Beschreihnngen der von den Römern ausgeführten Druckleitungen lassen folgendes erkennen. Während für die älteste hisher bekannt gewordene römische Druckleitung, die etwa 100 Jahre v. Chr. erbaute Wasserleitung von Alatri, Bleiröhren zur Verwendung kamen, bestand die unter Augustus für Lyon erbaute Heberleitung im Thale von Salvagny aus durchbohrten Steinblöcken; die unter Claudius angelegte Heberleitung zeigt Bleiröhren. Auch der Heber im Thale der Garonne (94 m Pfeilhöhe) war aus Bleiröhren angefertigt, desgleichen der Syphon im Jzeron-Thale (Pfeilhöhe 123 m). In Pergamum war die Leitung dem Druck einer Wassersäule von mindestens 26 m ausgesetzt, hier hatten Thonröhren Verwendung gefunden. In Arelatum, woselhst die Heberleitung erst unter Konstantin (gest. 339 n. Chr.) erbaut wurde, hatte man Bleiröhren verwandt. Vielleicht ist es nach dem Angeführten herechtigt anzunehmen, dass die römischen Ingenieure hei höherem Drucke ausnahmslos Bleiröhren benntzten und nur für Druckleitungen mit geringerem Druck von Thonröhren Gehrauch machten. Wie die Römer dazu kamen bei der Druckleitung des Mont Pilat Bleiröhren von einer so ungenügenden Konstruktion zu verwenden. bleibt räthselhaft. Einen Fortschritt in konstruktiver Hinsicht lassen somit die römischen Druckleitungen nicht erkennen, und es ist hemerkenswerth, dass die Anlage von Alatri dnrch die späteren Ausführungen in dieser Beziehung nicht übertroffen wird.

Die Herstellung der zahlreichen Wasserleitungen hatte, wie auch die gegehenen Beschreihungen zur Genüge erkennen lassen, die Schaffung einer grossen Anzahl Brückenhauten im Gefolge. Diese Bauwerke (für welche in unserer Zeit die Bezeichnung Aqnädukt gebräuchlich ist) gehören zum Theil, wie schon in dem Kapitel „Brückenbau“ gesagt wurde, zu den hervorragendsten Brückenbauten, die das römische Volk üherhaupt geschaffen hat.

Der hereits im Kapitel „Brückenbauten“ erwähnte Pont du Gard gehörte zu der Wasserversorgungsanlage von Nimes, dem römischen Nemausus, dem gallischen Nemaus, im südlichen Frankreich. Die Leitung besitzt eine Länge von 49,75 km. Das Gerinne hat eine untere Breite von 1,20 m; die obere

Abb. 246. Aquädukt von Tarragona.

Breite ist 1,3 und die Höhe 1,8 m. Die Abdeckung ist durch ein Gewölbe erfolgt. Die Speisequellen liegen bei Eure 76 m über dem Meere und lieferten täglich circa 30000 cbm Wasser, das in ein in der Stadt in der Höhe von 59 m über dem Meere liegendes Reservoir floss. Ein zweites Reservoir scheint zur Versorgung der tief gelegenen Stadttbeile bestimmt gewesen zu sein. Auf einer Länge von 3220 m bestand die Leitnng aus Aquädukten. Der bei Vert liegende Aqnädukt hat eine Länge von 2000 m und eine Höhe von 2 bis 15 m. Die 256 Bogen, aus welchen dieses Bauwerk besteht, haben eine verschieden grosse Spannweite. Ein Aquädukt überspannt in drei über einander liegenden Bogenstellungen das Thal der Garonne. Dieses Bauwerk, Pont du Gard genannt, Abb. 97 u. 98, Seite 293, ist auf dem felsigen Untergrund fundirt. Das Manerwerk besteht mit Ausnahme des Gerinnes aus behauenen, grossen Steinblöcken, die ohne Mörtel trocken verlegt sind. Die Spannweite der unteren Bogen scbwankt zwiscben 15,6 bis 24 m. Die Abdeckung des Gerinnes wurde durch Platten gebildet. So gross anch der Ruhm ist, dessen sicb dieses Werk erfreut, so baben docb verschiedene Kenner desselben nicht ermangelt darauf hinzuweisen, dass auch an dieser Scböpfung erkennbar ist, dass die Römer durcbaus nicbt immer eine so grosse Sorgfalt und Genanigkeit an den Tag gelegt haben, wie man dieses bäufig ganz allgemein behauptet. Namentlicb ist das Feblen des Mörtels bei vielen grossen Bauwerken, als ein techniscber Mangel zu bezeichnen.

Der gleiche Reicbtbnm, der Spanien an Werken der römischen Brückenbaukunst eigen ist, zeichnet dieses Land auch auf dem Gebiet der Wasserversorgungsanlagen aus. Besonders sind es die zum Tbeil noch sehr gut erhaltenen Aquädukte von Tarragona, Segovia, Chelves, sowie die imposanten Ueberreste der Aquädukte von Merida, die als Beispiele der römiscben Schaffenskunst stets von neuem Bewundernng hervorrufen.

Der Aqnädukt von Tarragona (Acueducto de las Ferreras) gilt für ein Werk aus dem Anfang der Kaiserzeit. Die Länge dieser in den Jahren 1781 bis 1800 wieder bergestellten Leitung beträgt 35 km.

Die Ueberbrückung (Abb. 246) eines von dieser Leitnng durchquerten Thales weist eine Höhe von rund 30 m auf. Die Länge dieses Bauwerks beträgt 211 m. Im ganzen besitzt dieser Aquädukt 25 obere und 11 untere Bogenöffnungen. Der Steinscbnitt ist nicht so sorgfältig ausgeführt wie bei manchen anderen Römerbauten, namentlicb finden sich mancberlei Unregelmässigkeiten in der Schichtentheilung, in der Ausbildung einzelner Arcbitekturtheile und in den Abmessungen der Bogen. Der gute Gesammteindruck wird durch diese kleinen Unkorrektheiten jedoch nicht gestört.

Der Aquädukt von Segovia, Abb. 247 u. 248, wurde wahrscbeinlich unter Trajan bergestellt. Derselbe bringt das Wasser des Fuenfria-Bacbes aus dem Quadarrama-Gebirge (Entfernung 17 km) nach der Stadt. Die gescblossene Leitung beginnt 2 km vor der Stadt. Sie mündet in ein Sammelbecken, von



Abb. 247. Aquädukt von Segovia. Gesammtansicht.

dem aus der eigentliche Aquädukt beginnt. Die Leitung endet am Alkazar. Der Bau ist aus Granitquadern ohne Mörtel und Klammern errichtet.

Abb. 247 zeigt den gesammten, das Thal von Segovia überschreitenden Aqnädukt, der das grösste erhaltene Römerwerk in Spanien ist. Das Wasser

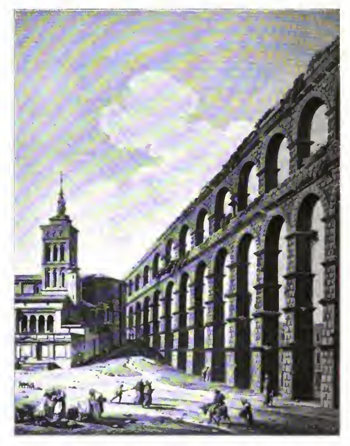


Abb. 248.
Theilansicht des Aquädukts von Segovia.

ergiesst sich in einer mächtigen Fontaine, von wo aus es sich nach allen Gebäuden der Stadt vertheilt. Diese Wasserleitung ist hente noch in Benutzung. Abb. 248 lässt die Einzelheiten des Aquädukts erkennen, der im Ganzen 109 Bogen besitzt, von welchen 30 der Regierungszeit Isabellas ihre

Erneuerung verdanken. Die grösste Höhe beträgt 31 m. Der Aquädukt besteht auf seinem hohen Theil ans zwei Arkadenreihen. Die oberen Pfeiler haben durchgängig eine Stärke von 6 × $4^1/_2$ Fuss, die unteren sind $11^1/_2$ und 12 und einer $7^1/_2$ Fuss stark. Die Entfernung der einzelnen Pfeiler von einander ist eine verschiedene und schwankt zwischen 14 und 15 Fuss; die Pfeiler der

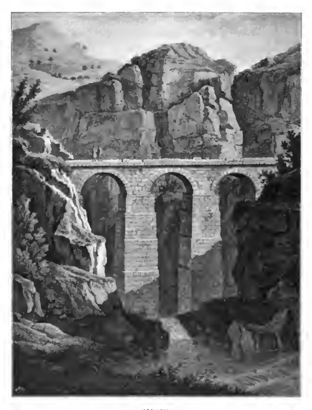


Abb. 249.
Aquädukt von Chelves.

oberen Arkadenreihe haben einen gleichmässigen Abstand von 17 Fuss. Die Gesammtlänge beträgt 818 m. Als Baumaterial hat eine Art Granit Verwendung gefunden und zwar dieselbe Steinart, die zum Escurial benutzt wurde. Mörtel ist nicht bei dem Bau verwandt worden, vielmehr sind die Steine sorgfältig auf einander versetzt. Das Bauwerk, dessen Entstehung unter Hadrian nicht ausgeschlossen ist, war mit verschiedenen Statuen geschmückt, deren

Platz noch erkennbar ist. Die oben erwähnte Reparatur wurde durch den Pater Pedro de Meza ausgeführt.

Der Aquädukt von Cbelves. Von dieser imposanten Anlage hat sich namentlich die über einen kleinen Fluss gespannte Brücke von drei Bogen gut erhalten (Abb. 249). Um das Wasser fortleiten zu können, haben die Römer einen mächtigen Einschnitt von 100 Fnss Tiefe und mebr als 200 Fuss Länge in dem der Brücke benachbarten Felsen hergestellt. An einzelnen Stellen hat man die Felsmasse gleichsam als Querstützen stehen lassen. De Laborde hat mit Recht sein Erstaunen darüber ausgedrückt, dass die Römer, statt einen wenige Fuss hohen Tunnel herzustellen, eine solche, grosse Arbeit und Zeit erfordernde Ausführungsweise wählen konnten. Er glaubt, dieses seltsame Verhalten nur dadurch erklären zu können, dass die Verwendung der Soldaten be derartigen Banten einen unnützen Arbeitsaufwand nicht ins Gewicht fallen liess. Bis jetzt ist es unbestimmt, welcher Ort durch diese Leitung gespeist wurde.

Die Aquädukte von Merida stehen nach der Ansicht von De Laborde weder an Grossartigkeit noch an Umfang hinter den Wasserleitungen Roms zurück. Merida scheint das Wasser in zwei Leitungen zugeführt worden zu sein, von welchen die eine hauptsächlich die Naumachie versorgt haben dürfte.

Von dem einen Aquädukt (Abb. 250 und 251) sind 37 Pfeiler erhalten. einzelne Strecken bestanden aus 5 Bogenreihen übereinander. Die Wasserrinne liegt stellenweise mit der Sohle 70 Fuss über dem Boden. Der Aquädukt überschreitet den Albaregas. Der Bau besteht zum Theil aus Quadern, zum Theil aus Beton, der an den Aussenseiten mit Ziegeln bekleidet ist. Ueberreste des zweiten Aquädukts sind in den Abb. 252 und 253 wiedergegeben. Die Leitungen entnahmen das Wasser zwei künstlichen Teichen, die jetzt den Namen albufera oder albuera führen, eine Bezeichnung, welche ihnen von den Arabern gegeben wurden. Die Behälter sind noch vollständig erhalten. Der erste Teich ist eine Meile von Merida entfernt, seine Versorgung geschieht durch Regenwasser und durch das Wasser verschiedener Bäche. Als einen Beweis für den antiken Ursprung betrachtet der genannte Forscher die Architektur der Sperrmauer, deren Höhe 45 Fuss und deren Länge 1300 Fuss beträgt. Der Abfluss befindet sich zwischen zwei grossen Thürmen. Der zweite Stauweiher liegt 2 Meilen von Merida, in seiner Umgebung trifft man eine Anzabl unterirdischer Gänge an.

Wasserleitungen in Kleinasien. Die Anzahl der in diesem Theile der Erde von den Römern geschaffenen Wasserversorgungsanlagen ist eine so grosse, dass nur einzelne aufgeführt werden können. Die Aquädukte von Pergamum und Aspendus haben bereits Erwähnung gefunden. In Samos schufen die Römer eine zweite Wasserleitung, desgleichen legten sie in einer Reihe von Städten, in welchen bereits die griechischen Ingenieure Werke dieser Art hergestellt hatten, solche Anlagen an.

Die auf einem Erdhügel oder sogenannten Kunstdamm der Semiramis belegene Stadt Tyana, am Nordfuss des cilicischen Taurus belegen, zeigt die

Ueberreste eines Aquädukts, der das Wasser vom Gebirge der Stadt zuführte. Die Einwohner schreiben dieses Werk Nimrud zu, während es von neueren Reisenden für römische Arbeit erklärt wird. Die erhalten gebliebenen etwa fünfzig Bogen der Wasserleitung sind aus grossen bossirten Steinen erbaut. Die Spannweite der Bogenöffnungen beträgt 3,5 m, die Stärke der Pfeiler 1,2 m.

Von der Bedeutung Anazarbas, jetzt Ani Zerba, legen die Reste eines Aquädukts Zeugniss ab, der das Wasser aus einer Ferne von mehreren Meilen herbeiführte. Unter Caracalla wurde diese Stadt zur Metropolis erhoben. Der eine Aquädukt kommt von einem Berge im Norden der Stadt, der andere von einer kleineren Anhöhe in der Nähe der Stadt, vor welcher sich beide Leitungen vereinen. Als Material hat Bruchstein Verwendung gefunden. Die Pfeiler besassen eine Höhe bis zn 30 Fuss.

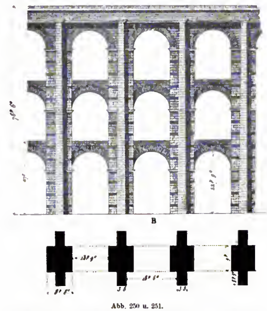


Abb. 250 u. 251.
Ansicht und Grundriss eines Theils des Aquädukts von Merida.

Die Stadt Selinus, woselbst Kaiser Trajan seinen Tod fand, und die daher eine Zeit lang Trajanopolis genannt wurde, erhielt durch einen Aquädukt das Wasser der in der Umgebung liegenden schneetragenden Berge. Desgleichen wurden die Städte Sebaste und Soli durch Aquädukte mit Wasser gespeist.

Von der Wasserversorgungsanlage der Stadt Sinope finden sich am Osthange der Höhen, auf welchen dieser Ort steht, Reste. Sie bestehen in mehreren Sub-

konstruktionen und Gewölben aus römischem Backsteinmauerwerk. Ueber diese Wasserleitung liegen zwei zwischen Kaiser Trajan und Plinius gewechselte Briefe vor, deren Wortlaut nachstehend wieder gegeben wird. Plinius schrieb: „Die Einwohner von Sinope haben Mangel an Wasser; man könnte solches aber gut und in Menge 16 Meilen weit herleiten. Der Boden ist zwar gleich bei der Quelle etwas mehr als 1000 Schritt weit verdächtig und weich: indessen habe ich ihn mit mässigen Kosten untersuchen lassen, ob er einen Bau aufnehmen und tragen kann. An Beschaffung des Geldes, wofür ich sorge,

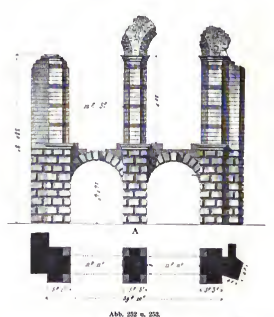


Abb. 252 u. 253.
Ansicht und Grundriss von Ueberresten des Aquädukts von Merida.

wird es nicht fehlen, wenn Du, o Herr, ein solches Werk der Gesundheit und Annehmlichkeit der sehr an Wassermangel leidenden Kolonie gewähren willst.“ Die Antwort Trajans lautet: „Untersuche sorgfältig, theuerster Secundus, wie Du angefangen hast, ob jene Dir verdächtig scheinende Stelle den Bau einer Wasserleitung tragen kann. Denn darüber habe ich keinen Zweifel, dass Wasser in die Kolonie Sinope geführt werden muss, wenn sie es nur mit eigenen Kräften erreichen kann, da dieses zu ihrem Wohlsein und Vergnügen soviel beitragen wird.“ Dieser Briefwechsel ist interessant, weil er erkennen lässt, wie dem Kaiser über alle Einzelheiten Bericht erstattet wurde, und dass

vor Inangriffnahme eines wichtigeren Werkes die nothwendigen Bodenuntersuchungen angestellt wurden.

Zur Versorgung der Stadt Nicomedia schlug Plinius die Benutzung eines ans früherer Zeit stammenden unvollendet gebliebenen Aquädukts vor. Der über diese Angelegenheit geführte Briefwechsel ist ebenfalls erhalten geblieben. Plinius schrieb: „Die Nicomedier, o Herr, haben 3329000 Sesterzen auf eine Wasserleitung verwendet, welche bis jetzt unvollendet geblieben und sogar verfallen ist; wieder sind für eine andere Leitung 2 Millionen ausgegeben worden. Da auch diese liegen geblieben ist, so müssen sie nach Verschleuderung so grosser Summen, um Wasser zu erhalten, neuen Aufwand machen. Icb selbst kam zu einer sehr klaren Quelle, von welcber nach meiner Meinung das Wasser, wie man es anfangs versuchte, auf Schwibbogen hergeleitet werden muss, damit es nicht nur in die ebenen und niedrig gelegenen Theile der Stadt komme. Es sind nur noch sehr wenige Bogen vorhanden; einige können aus den Quadern errichtet werden, die von dem vorigen Bau übrig geblieben; ein Theil wird aus Backsteinen zn erbauen sein, weil dieses leichter nnd wohlfeiler ist. Vor Allem ist es aber nötbig, dass Du einen Wasserkundigen sendest, damit nicht wieder geschehe, was schon geschehen ist. Nur das versichere ich, dass der Nutzen und die Schönheit dieses Werkes Deiner würdig ist.“ Die Antwort Trajans hatte folgenden Wortlaut: „Es muss dafür gesorgt werden, dass Wasser in die Stadt Nicomedia geleitet werde. Ich bin wahrhaftig überzeugt, dass Du dieses Werk mit der erforderlichen Sorgfalt angreifen würdest. Aber bei den Göttern, mit derselben Sorgfalt musst Du auch untersuchen, durch wessen Schuld die Nicomedier bei diesem Werke um eine so grosse Snmme gekommen sind, damit sie nicht, nm sich wechselseitig zu bereichern, die Wasserleitungen unternebmen und wieder liegen lassen.“

Wie dieser Briefwechsel erkennen lässt, war der Bau der Wasserleitung von Nicomedia auf Kosten der Stadt in Angriff genommen worden. Auch für Sinope setzte Trajan die Tragung der Kosten durch die Kommune voraus. Nichtsdestoweniger war die Zustimmung des Kaisers erforderlich, auch wünschte Plinius die Sendung eines Ingenieurs durch den Kaiser, d. h. eines staatlichen Baumeisters. Aus dem Briefwecbsel kann geschlossen werden, dass entweder der mit der Ausführung der wieder aufgegebenen Leitung betraute Ingenieur seiner Aufgabe nicht gewachsen war oder aber, dass Betrügereien zu dem Misslingen der Unternehmung beigetragen hatten. Die Wasserversorgung kam in der Folgezeit zu Stande, und floss durch die Leitung das Wasser einer sehr ergiebigen Quelle einem Sammelbecken zu, das 36 Pfeiler besass, welcbe die Gewölbe, mit denen es abgedeckt war, trugen. Das Bauwerk war fast ganz aus Ziegelsteinen hergestellt und nahm einen Flächenraum von 250 qm ein. Die inneren Wandflächen waren mit einem dreifachen Ueberzug versehen. Die erste Schicht bestand aus einem Gemisch von Kalk und Mörtel, die zweite aus gestossenen Kohlen und Kalk und die dritte aus einem sehr festen Stuck, aus

gestossenen Steinen, Kalk und Oel bestehend. Es sind in neuerer Zeit mit Recht Zweifel aufgetaucht, ob dieses letztere Bauwerk wirklich dem Alterthum seine Entstehung verdanke.

Die Erbauung des Aquädukts von Alexandria Troas wird Herodes Atticus zugeschrieben. Da die Stadt lediglich auf Cisternen und Brunnen angewiesen war, so stellte Herodes Atticus, der Statthalter der freien asiatischen Städte war, Hadrian die Nothwendigkeit und das Wünschenswerthe einer Abänderung dieses ungenügenden Zustandes vor. Hadrian bewilligte fünf Millionen Drachmen und beauftragte den Antragsteller mit der Ausführung. Der Bau der Wasserleitung kostete jedoch sieben Millionen. Da sich die übrigen Verwalter des römischen Asiens darüber beklagten, dass der Tribut von 500 Städten dazu benutzt worden sei, eine einzige Stadt mit Wasser zu versorgen, so bestritt Herodes Atticus die Mehrkosten selbst. Von dieser Leitung führt ein Strang nach den Resten eines Gebäudes, das Koldewey als ein Bad nachgewiesen hat. Das Niveau der Zuführungsleitung geht nicht über das des Gebäudefussbodens hinaus, das Wasser musste daher, falls es über Fussbodenhöhe benutzt werden sollte, gehoben werden. Koldewey glaubt, dass das Wasser mittelst Pumpen in dem in einem Pfeiler eingehauten Rohr hochgetrieben worden sei. In der Nähe dieses Bades liegt ein kleines Gebäude, das den Abschluss der von Osten kommenden, in ihren Trümmern noch erhaltenen Wasserleitung bildete. Der Leitungskanal hat in den Gewölbnischen dieses Bauwerks je eine Ausströmungsöffnung. Dieser Wasserleitungskopf zeigt in seiner Anordnung Aehnlichkeit mit der Exedra des Herodes Atticus in Olympia.

Die im Alterthum hoch berühmte und auch berüchtigte Stadt Mytilene auf Lesbos wurde durch eine Wasserleitung versorgt, welche das Wasser von Quellen des Olymps nach der Stadt führte. Die Leitung besteht zum Theil aus einem Kanal von 35—64 cm Breite, dessen Höhe nur an einzelnen Stellen genau nachweisbar ist. Die grösseren Thäler überschreitet die Leitung auf Aquädukten, deren bedeutendster derjenige von Moria ist. Dieses Bauwerk besitzt 17 Bogenöffnungen, die Pfeiler zeigen eine sorgfältigere Fügung und Schichtung als der kleinere Aquädukt bei Kutschuk-Ludscha derselben Leitung. Die Steine sind in mechanischem Verband mit eisernen Hakenklammern und vergossenen Dübeln mit horizontalem Gusskanal ausgeführt. Die Pfeiler sind durch Ziegelgewölbe verbunden und zweimal durch Rundbögen aus Marmorquadern ausgesteift. Die oberen Bögen hält Koldewey für byzantinische Arbeit, demnach für später entstanden. Die Zwischenbögen sind schmaler wie die Hauptbögen. Die Pfeiler verjüngen sich senkrecht zur Axe des Aquädukts, was dadurch erreicht ist, dass die höher liegenden Schichten etwas nach einwärts springen. Die mittleren Pfeiler sind unten 4,20 und oben 2,93 m stark. Auf den mittleren Bögen ist die Sohle des Gerinnes erhalten, das Gefälle wird zu etwa $^1/_2$ Grad, d. h. 1:87 angegeben, ein Gefälle, das nicht zutreffend sein dürfte, was wohl auf die Kürze des gemessenen Stücks zurückzuführen ist. Auf verschiedenen Strecken ist das

Gerinne unmittelbar an den fast senkrecht abfallenden Felswänden entlang geführt. Der Kanal ist theils eingeschnitten, theils aufgemauert. Das Thal von Paspalá wurde mittelst eines vierbogigen Aquädukts überschritten, der noch fast vollständig erhalten ist, nur ein Bogen fehlt. Zur Aufnahme der Rüstungen sind die untersten Gewölbsteine etwas aus der Laibung hervorgeschoben. Diese Quadern bilden gleichzeitig die Kämpfer. Die Gesammtlänge dieser Wasserleitung schätzt Koldewey auf 26 km, den Niveauunterschied auf 250 m. Interessant ist der durchgeführte Wechsel in dem Profil. Auf den Aquädukten, d. h. auf den Leitungsstrecken mit dem geringeren Gefälle ist das grösste Profil vorhanden. Die tägliche Leistung berechnet sich zu 127000 cbm. Koldewey hat, zur Ermöglichung der absoluten Werthschätzung, die Leitung von Mytilene hinsichtlich ihrer Hauptabmessungen mit der modernen Wiener Leitung vom Semmering in Parallele gestellt.

Er giebt die folgenden Zahlen:

	Mytilene		Semmering-Wien.
Ganze Länge	26 km		98,8 km
Anzahl der Aquädukte	6		5
Gesammtlänge der Aquädukte	307 m		1984 m
Grösster Aquädukt	144 „		664 „
Grösste Höhe	27 „		23 „
Verhältniss der ganzen Länge	= 26000 „		98800 „
zur Gesammtlänge der Aquädukte	= 307		1984
	= 84,7	:	49,8

Hieraus zieht der Genannte den Schluss, dass die alte lesbische Leitung in Freiheit und Kühnheit der ganzen Anlage (Verhältniss der Brückenbauten zur Leitungslänge) der modernen Schöpfung weit voransteht. Ein solcher Vergleich setzt gleiche Terrainverhältnisse voraus. Um ein wirklich zutreffendes Bild zu erhalten, müsste man auf Grundlage der lesbischen Terrainverhältnisse die Trace einer Wasserleitung nach modernen Grundsätzen festlegen. Dass hierbei das angegebene Verhältniss ebenfalls zu Ungunsten der jetzigen Projektirungsart ausfallen wird, erscheint sehr wahrscheinlich. Es beruht diese Annahme darauf, dass bei dem Entwerfen der modernen Anlagen die Kostenfrage sicherlich eine weit eingehendere und sorgfältigere Erwägung erfährt als solches im Alterthum der Fall gewesen sein wird, sodass die Ueberlegenheit der antiken Werke in Wirklichkeit und insbesondere vom technisch-wirthschaftlichen Standpunkt aus eine nur scheinbare ist.

Von dem römischen Aquädukt von Ephesus haben sich verschiedene Reste erhalten. An einer Stelle finden sich einzelne Pfeiler und Bogen. Der Aquädukt besteht aus zwei Arkadenreihen, die oberen Bogen sind etwa halb so weit wie die unteren, sodass immer ein Pfeiler der oberen Reihe auf dem Scheitel des unteren Bogens steht.

Von den Wasserleitungsbauten in **Syrien** verdienen besonders diejenigen von Antiochia sowie zahlreiche Reste derartiger Anlagen in Palästina Erwähnung.

Unter den Wasserleitungen der Römer in **Afrika** steht in erster Linie der Aquädukt von Karthago, der zu den bedeutendsten Anlagen dieser Art gehört. Seine Länge wird zu 114—132 km angegeben, während die Entfernung der Quellen des Mons Zeugitanus in der Luftlinie gemessen nur etwa 60 km beträgt. Die Leitung war theils oberirdisch, theils unterirdisch geführt. Etwa 6 km von den Quellen entfernt, vereinigt sich mit dem Zeugitanus-Stollen der 33 km lange Stollen der Zuccharius-Quelle. Die Niederung des Wad Miliana wurde mittelst eines Aquädukts überschritten, von welchem noch etwa 340 Pfeiler mit Bogen vorhanden sind. Die Höhe betrug bis zu 40 m. Ein zweiter Aquädukt befindet sich in der westlich der karthagischen Halbinsel belegenen Niederung. Der grosse Aquädukt wurde unter Hadrians Regierung begonnen und zu Anfang des dritten Jahrhunderts unter Septimius Severus (193—211 n. Chr.) vollendet.

Die Stadt Bougie liegt auf einem harten und kompakten Kalkfelsen, der mit vulkanischem Gestein durchsetzt ist und steil abfällt. Das Wasser musste aus grösserer Entfernung hergeleitet werden, und zwar benutzten die Römer zur Versorgung eine etwa 25 km, in der Luftlinie gemessen, entfernte Quelle. Infolge des ungünstig gestalteten Terrains erhielt die Zuleitung fast die doppelte Länge. Sie erreichte den hochgelegenen Theil der Stadt, woselbst sie einen grossen Behälter speiste.

Bemerkenswerth ist der, auf einem in der Nähe von Lambäsis im Jahre 1866 aufgefundenen Altar, eingegrabene Bericht über den für diese Wasserleitung hergestellten Tunnel. Die Inschrift lautet: „Varius Clemens begrüsst Valerius Etruscus und bittet ihn in seinem Namen und in dem Namen der Bewohnerschaft von Saldae (Bougie), den Wasserbau-Ingenieur der dritten Legion, Nonius Datus, zu senden mit dem Befehle, dass er das Werk beende, welches er vergessen zu haben scheint.“ Nonius Datus schrieb, nachdem er das Werk vollendet hatte, dem Magistrat von Saldae den nachstehenden Bericht. „Nachdem ich mein Quartier verlassen, stiess ich auf Räuber, die mich meiner Kleider beraubten und mich ernstlich verwundeten. Es gelang mir, nach dem Zusammentreffen Saldae zu erreichen, woselbst ich mit dem Befehlshaber zusammenkam. Nachdem ich mich einige Zeit ausgeruht, nahm derselbe mich nach dem Tunnel mit. Dort fand ich alle in niedergeschlagener und verdriesslicher Stimmung. Sie hatten alle Hoffnung aufgegeben, dass sich die beiden entgegengesetzten Stollen des Tunnels treffen würden, weil bereits jeder Anfang bis über die Mitte des Berges hinaus vorgetrieben und die Vereinigung doch nicht eingetreten war. Wie es in einem solchen Falle immer zu gehen pflegt, so wurde auch hier der Fehler allein dem Ingenieur zugeschrieben, als ob dieser nicht alle Vorsicht angewandt hätte, um den Erfolg des Werkes zu sichern. Was hätte ich mehr thun können? Ich begann damit, die Flügel-

orte des Berges zu bestimmen, ich markirte auf dem Bergrücken die Axe des Tunnels auf das genaueste. Ich zeichnete Pläne und Schnitte des ganzen Werkes, welche Pläne ich Petronius Celly, damals Verwalter von Mauritania, aushändigte, und, um besonders vorsichtig zu verfahren, lud ich den Unternehmer und seine Werkleute vor und begann in deren Gegenwart mit Hilfe zweier Schichten erfahrener Veteranen (nämlich einer Abtheilung der classici milites und einer Abtheilung der gaesates), den Ausbruch. Was hätte ich mehr thun können? Aber während der vier Jahre, in denen ich von Lambäsis abwesend war und in welcher Zeit ich täglich die gute Botschaft von der Ankunft des Wassers in Saldae erwartete, hatten der Unternehmer und seine Gehilfen Versehen über Versehen gemacht; jeder Stollen des Tunnels hatte sich von der geraden Linie entfernt, jeder nach der rechten Seite und wäre ich ein wenig später gekommen, so würde Saldae anstatt eines Tunnels zwei besessen haben."

Nomius Datus verband die beiden abweichenden Strecken durch einen Querstollen, und so konnte das Wasser bald an sein Ziel geleitet werden. Seine Ankunft in Saldae wurde in Gegenwart des Statthalters und des Ingenieurs mit ausserordentlichem Jubel begrüsst.

Der grösste Tunnelbau, welcher seitens der Römer zu Wasserleitungszwecken ausgeführt wurde, ist der des Monte Affliano, zwischen Tivoli und S. Gericomo. Seine Herstellung war von Domitian (81—96 n. Chr.) an L. Paquedius Festus übertragen worden. Der Querschnitt des Tunnels hatte 2,3 m Höhe und 1 m Breite, hierdurch dürfte während der Herstellung die Ventilation eine äusserst schwierige gewesen sein. Der Unternehmer that der lokalen Gottheit Bona Dea das Gelübde, ihren verfallenen Tempel auf der Bergspitze wieder herstellen zu wollen, wenn das Unternehmen mit gutem Erfolge zur Durchführung gelangen sollte. Am 3. Juli des Jahres 88 n. Chr. wurden beide Stollen vereinigt.

Von den Wasserleitungen in Gallien verdienen ausser den bereits genannten Anlagen von Lyon, Arelatum und Nemausus die Aquädukte von Sens, Lutetia, Antibes und Vienna besondere Erwähnung. Die Versorgung des Aquädukts von Sens erfolgte durch drei, vielleicht sogar durch vier Quellen, welche im Mittel etwa 31000 cbm Wasser in 24 Stunden lieferten. Die Länge betrug 16,7 km. Die Quellen sind gefasst und ergiessen sich in gemauerte Bassins, in welchem das Wasser eine Anstauung erfährt. Letztere beträgt für das Bassin von Noé 4,26 m. Belgrand hat von dem Aquädukt von Sens ein genaues Nivellement aufnehmen lassen, welches das bereits früher erwähnte Resultat ergeben hat, und wonach das Gefälle pro Kilometer zwischen 0,01 und 2,47 m schwankt. In dem Gerinne ist sogar auf einer Strecke ein Gegengefälle von 14 cm vorhanden. Belgrand gelangte zu dem Schluss, dass die Ungenauigkeit der zum Nivelliren benutzten Instrumente die römischen Ingenieure zwang, ein Gefälle von 0,5 m pro km als untere Grenze anzusehen, unter

welches Mafs aus praktischen Rücksichten nicht hinuntergegangen werden durfte. Die genaue Erforschung der Ueberreste des Aquädukts hat dargethan, dass die Erbauung zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgt ist. Der Querschnitt ist nicht überall der gleiche. Abb. 254 zeigt die Herstellungsweise zwischen Noé und dem Thal der Blumen; wie man aus der Abbildung ersieht, sind die Seitenwände etwas gegen das Gewölbe vorgeschoben, sodass hierdurch eine Auflagerung für die Lehrbogen gebildet war. Die Seitenwände sind mit Tünche überzogen, die Luftschächte, von denen Belgrand eine Darstellung giebt, besitzen eine eigenartige Konstruktion. Ueber die Vertheilungsweise des Wassers hat bisher Bestimmtes nicht ermittelt werden können. An einer Stelle findet sich eine Abzugsleitung, die aller Wahrscheinlichkeit nach für den Abfluss des Wasserkastells gedient haben wird.

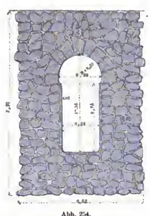


Abb. 254.
Querschnitt des Aquädukts von Sens.

Ueber die Wasserversorgung von Lutetia (Paris) sind ebenfalls Belgrand eingehende Mittheilungen zu verdanken. Zunächst wurde der Seine und der Bièvre das Wasser entnommen und nach und nach eine grössere Anzahl Brunnen angelegt. Seit der Mitte des dritten Jahrhunderts n. Chr. wurde durch einen Aquädukt das Wasser von Quellen bei Auteuil nach einer ausgedehnten Badeanlage geleitet. Eine zweite Leitung kam von den Höhen von Chaillot; an ihrem Endpunkte, der in dem jetzigen Garten des Palais Royal liegt, hat man ein Reservoir von 6,5 m Seitenlänge entdeckt, in welchem Medaillen der Kaiser von Aurelian bis Valentinian I. gefunden wurden. Bedeutender als diese Leitungen war der Aquädukt von Arcueil, durch welchen das Wasser einer grossen Anzahl, in sehr sachgemässer Weise abgefangener Quellen (4 Gruppen), der Stadt zugeführt wurde. Man unterscheidet heute vier Zuleitungen:

1. Das offene Gerinne zwischen Morangis, Chilly und dem Becken von Wissous,

2. die Verlängerung der vorgenannten Leitung, zwischen dem Becken von Wissous und dem Sammelbehälter, am Einlauf der Stammleitung,

3. das Gerinne, welches diesem Sammelbehälter das Quellwasser aus dem Park von Wissous zuführt,

4. das von den Quellen von Rungis ausgehende Gerinne.

Die Ausführung dieser Zuleitungsstrecken war zum Theil ein schwieriges Unternehmen, und verdient die Tracirung nach dem Urtheile Belgrands das höchste Lob. Das Gerinne der Quelle von Chilly besitzt in seinem höher ge-

legenen Theil ein ziemlich starkes Gefälle, der Querschnitt weist eine trapezförmige Form auf. Die untere Seite ist 25, die obere Weite 40 cm lang, die Tiefe beträgt 30 cm. Das Gerinne ist mit 10 cm dicken Platten abgedeckt. Auf der weniger stark geneigten Strecke ist der Querschnitt rechteckig; die Breite ist 30 cm, die Höhe 25 cm. Das Wasser floss hier offen. Von dem Vereinigungsbassin aus geht das offene Gerinne in einfacher Tracirung nach der Stadt. Dasselbe besitzt nur im Thale der Bièvre Subkonstruktionen, und nur an einer Stelle ist ein Brückenbauwerk errichtet, der sogenannte Aquädukt von Arcueil. Die Länge der Zuleitungen beträgt insgesammt 8550 m, die der Stammleitung 16057 m, mithin war die gesammte Länge 24607 m. Das rechteckige Gerinne der Hauptleitung hat eine Tiefe von 60 cm und eine Weite von 35 cm. Es ist vollständig aus Beton hergestellt und mit einer Cementschicht ausgekleidet. Das Gesammtgefälle der Leitung von dem Sammelbassin bis zum Boulevard Arago (14067 m) ist 6,55 m, ergiebt somit ein durchschnittliches kilometrisches Gefälle von 0,465 m. Dieses Mafs ist jedoch nicht eingehalten, es wechselt vielmehr zwischen 0,255 bis 0,781 m. Der Aquädukt von Arceil ist nach Bonamy wahrscheinlich unter der Herrschaft des Postbumus oder Tetricus erbaut und diente fast ausschliesslich für die Versorgung des „Palais des Thermes“. Nach Jollois ist dieses Werk von Konstancius Chlorus (305—306 n. Chr.), dem Vater des Kaisers Konstantinus, ausgeführt worden. Die offenen Gerinne glaubt Belgrand darauf zurückführen zu können, dass das durchschnittene Terrain jedenfalls mit Bäumen bestanden war; auf alle Fälle war diese Ausführungsweise der Unterhaltung wenig günstig.

Die Leitung für Antibes besitzt eine Tunnelstrecke von 4940 m Länge, sie ist im Jahre 1770 restaurirt worden und speist noch jetzt die Stadt.

Die Versorgung der Stadt Vienne an der Rhône (früher Vienna) geschah durch acht Wasserleitungen. Die Quellen lagen etwa 10 km von der Stadt entfernt. Das Gerinne eines dieser Aquädukte hat eine Breite von nicht weniger als 3 m und eine Höhe von 2,30 m.

Von den römischen Wasserversorgungsanlagen deutscher Städte sind Ueberreste u. a. in den Städten Strassburg, Metz, Mainz, Köln und Wien erhalten geblieben. In Strassburg hatte sich vor den Mauern des Castrum Argentoratum, das Standquartier eines grösseren Truppentheils war, ähnlich wie an vielen anderen derartigen Plätzen, eine Civilniederlassung gebildet. Diese Niederlassung hat zwar wohl niemals in jener Zeit einen grossen Umfang erreicht, nichtsdestoweniger war es nöthig, da unmittelbar aus dem Boden hervorbrechende Quellen nicht vorhanden waren, für Trinkwasser durch eine Wasserleitung zu sorgen.

Bei Küttolsheim, einem an der Römerstrasse nach Zabern, ungefähr 18 km von Strassburg gelegenen Dorfe, wurde eine Quelle in der Höhe von 200 m über dem Meere gefasst, und das Wasser in zwei 32 cm voneinanderliegenden, 20 cm weiten Thonröhren fortgeleitet. Die einzelnen Rohrstücke waren

52 cm lang und die Stossstellen mit Kitt gediehtet. Ein Kalkniedersehlag von 12 mm Stärke lässt auf längeren Gebrauch der Röhren schliessen. In gewissen Zwischenräumen lag die Leitung in zwei nebeneinanderliegenden Steinquadern von 60 cm Breite und Dieke und 88 em Höhe, welehe als Stütze dienten. Ein Theil dieser Steine enthielt vertikale Röhren von 12 em Durchmesser, um der im Wasser enthaltenen Lnft Abzug zu gewähren. (Abb. 255.)

Man hat die Leistungsfähigkeit der Leitung, wohl etwas zu hoch, auf täglieh 3110 ebm Wasser berechnet. Die Vertheilung in der Stadt geschah durch Thon- und Bleiröhren von 4—7 cm Stärke, Bruchstüeke hiervon sind in der Nähe des Neukirchplatzes gefunden worden. Die Leitnngen waren in Beton gebettet und ausserdem dnrch Baeksteinplatten gesehützt. Die Abb. 256 und 257 zeigen eine Brunnen- oder Grundleitung.

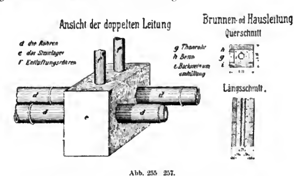


Abb. 255 257.
Einzelheiten der römischen Wasserleitung von Strassburg.

Der Zeitpunkt der Erbanung des zur Wasserversorgung von Metz dienenden Aquädukts ist nicht genau festgestellt, vielmehr gehen die Ansichten über die Entstehungszeit ziemlieh weit auseinander; einzelne Forscher glauben die Herstellung dieses Werkes in die Zeit des Augustus verlegen zu können. Das Sammelbassin, in dem sieh das Wasser mehrerer Quellen ergoss, lag jedenfalls in der Sehlucht bei Flavigny. Der Aquädukt folgt in gleichmässigem Gefälle dem Abhang des die Mosel begleitenden Höhenzuges. Bis zu dem Moselthal ist die Leitung unterirdiseh geführt, sie besitzt bis zu diesem Punkte eine Länge von 12,57 km und ein Gefälle von 9,26 m. Jenseits der Mosel schliesst sieh eine kurze unterirdische Streeke an, alsdann ist die Leitung wieder oberirdiseh geführt. Die erstere Strecke besteht aus einem mit einem halbkreisförmigen Gewölbe abgedeckten Kanal, dessen Wölbung aus regelrecht behauenen Sandsteinen ausgeführt ist. Die Wände und die Sohle des Kanals sind mit einer 5—8 em starken Cementschicht überzogen. Die Bogenstellungen, auf welehen die Leitung durch das Moselthal geführt ist, haben eine Länge von 1120 m. Das Gefälle beträgt auf dieser Strecke 4.04 m, d. h. etwa 1 : 280. An den beiden Endpunkten befinden

sich Bassins, die den Uebergang der unterirdischen in die oberirdische und von dieser in die wiederum anschliessende unterirdische Leitung vermittelten. In den Behältern ist je eine Vertiefung angeordnet, die zur Ablagerung des Schlammes, des Sandes etc. diente. Von den Bogenpfeilern sind heute auf dem linken Ufer bei Ars noch 9 und auf dem rechten Ufer bei Jouy aux Arches 17 erhalten. Die Spannweite der Gewölbbogen betrug 5,5 m, im Flussbett dürfte dieselbe grösser gewesen sein. Der höchste Bogen ist 18 m hoch. Die Leitung bestand auf der eigentlichen Aquäduktstrecke aus 2 Gerinnen von 1 m Höhe; diese Anordnung war mit Rücksicht auf etwaige Reparaturarbeiten gewählt. Die inneren Kanalwandungen sind mit kleinen, dreieckigen, gebrannten Ziegeln bekleidet und mit einem starken Cementputz versehen. Die Endstelle des Aquädukts ist nicht mit Sicherheit festgestellt. Wie an anderen Orten so dürfte auch in Metz die Leitung bis zum höchsten Punkt der Stadt geführt worden sein, von wo aus alsdann die Wasservertheilung stattgefunden haben wird.

Bei Mainz bauten die Römer zur Beschaffung eines guten Trinkwassers eine 28 655 Fuss lange Wasserleitung, die in der Gegend von Finthen (Fontes) ihren Ausgang nimmt. Die Pfeiler, auf welchen das Gerinne ruhte, besassen zum Theil eine bedeutende Höhe. Bei Zahlbach sind noch heute einzelne Reste des Werkes erhalten.

Köln, diese hervorragende römische Kolonie, wurde nach den aufgefundenen Spuren durch einen von Südwesten herkommenden Aquädukt mit Trinkwasser versorgt. Die Speisung dieser Leitung erfolgte zum Theil durch die Ableitung der Quellen des Hürther Baches, einem gemauerten Kanal von 0,37 × 1,04 m lichter Weite, zum andern Theil durch die bei dem Dorfe Hermülheim erfolgende Zuleitung, welche in der hohen Eifel, an der Wasserscheide zwischen Mosel, Maas und Rhein, begann und bei dem Dorfe Nettersheim vorüberführte. Durch diese Wasserleitung wurden gleichzeitig das römische Lager zu Bonn, sowie die sonstigen zahlreichen römischen Ansiedlungen dieser Gegend mit Trinkwasser versorgt. Diese Leitung hatte einen Querschnitt von 0,73 × 1,17 m, und erhielt wahrscheinlich in späterer Zeit noch eine Fortsetzung nach Norden über Hermülheim hinaus, vielleicht bis nach dem Lager von Neuss. Der Aquädukt von Hermülheim nach Köln zieht sich nach den deutlich erkennbaren Resten zunächst als ein unterirdischer Kanal dem Laufe des jetzigen Duffesbaches entlang nach dem Dorfe Efferen. Er besitzt eine innere Weite von 0,57 m, während die Höhe, da das Gewölbe durchweg zu fehlen scheint, nicht mehr festzustellen ist. Von der Schleifkottenmühle, östlich von Efferen, begann wahrscheinlich die oberirdische Führung der Wasserleitung auf einer Untermauerung, von welcher Trümmerreste an der Benratherstrasse, an der Kreuzung mit der militärischen Ringstrasse und bei dem Gute Neuenhof noch heute stehen. Im Orte Sülz wurden auf derselben Strasse bei Gelegenheit von Strassenbauten die Fundamente von Pfeilerstellungen gefunden.

Im mittelalterlichen Köln stand eine Bogenstellung dieses Aquädukts mit einem Theile des Leitungsrohres bis zum Jahre 1566 in der Strasse „Am Marsilstein", welche nach einer, an dieses Bauwerk sich knüpfenden Sage ihren Namen führte; der letzte Pfeilerrest wurde an dieser Stelle erst gegen 1745 beseitigt. Bisher ist es nicht möglich gewesen, für Köln die Baureste grösserer Thermen-



Abb. 258.
Valens-Aquädukt in Konstantinopel.

anlagen, wie solche in Trier und an anderen Kulturstätten der Römerzeit in grossartiger und prächtiger Weise zur Ausführung gekommen sind, nachzuweisen. Die Vertheilung des Wassers in der römischen Stadt, welche einen Flächenraum von 96,80 ha bedeckte, erfolgte wahrscheinlich von einem Sammelbehälter aus mittelst im Boden liegender Leitungen, welche theils aus gemauerten, im Innern mit feinem Mörtelputz versehenen kleinen Kanälen, theils aus Bleirohren

und Thonrohren bestanden haben und die an vielen Stellen der alten Stadt aufgefunden sind.

Interessante Ueberreste dieser römischen Wasserleitungen hat Dombaumeister Voigtel auf dem Terrain des Doms und in einem antiken Hause an dessen Ostseite aufgefunden. Dieselben sollen weiterhin beschrieben werden.

Oströmische Wasserwerksanlagen. Unter den Wasserwerksbauten des oströmischen Kaiserreiches nehmen die betreffenden Anlagen von Konstantinopel nicht nur wegen ihres ungewöhnlich grossen Umfanges, sondern auch in technischer Beziehung eine hervorragende Stellung ein. Die meisten dieser Bauten stammen jedoch aus einer Zeit, die ausserhalb des hier zu berücksichtigenden Zeitraums liegt, weshalb nur auf einen Theil dieser Schöpfungen hingewiesen werden kann. Dass sich die Wasserversorgung des alten Byzanz an die römischen Vorbilder anlehnte, erscheint natürlich. Hadrian liess einen Aquädukt, Septimius Severus eine Cisterne herstellen, der Patricier Eubolus und der Kaiser Valens bauten Wasserleitungen, Theodosius und Arcadius legten Teiche und Cisternen an. Der Aquädukt des Valens gehört zu den bedeutendsten antiken Wasserwerksbauten Konstantinopels. Dieses Bauwerk (Abb. 258) wurde im Jahre 368 n. Chr. erbaut und ist zweigeschossig (22,74 m hoch). Seine Länge dürfte einst 1170 m betragen haben. Wie viele andere Bauwerke, so hat auch diese Anlage durch Erdbeben ausserordentlich gelitten. Von Justinian blieb der Bau vollständig unbeachtet, erst 576 n. Chr. wurde die Leitung von Justinian II. wieder hergestellt. Sie ist heute, nachdem sie in den verflossenen Jahrhunderten wiederholt beschädigt und wieder reparirt worden ist, nothdürftig im Gange.

Während sich künstliche, durch Sperrdämme gebildete Wasserteiche im weströmischen Reiche nur vereinzelt finden, erinnert sei an die Teiche der Wasserleitung von Merida und der Stauteiche der Anio novus Erwähnung gethan, sind in dem oströmischen Reiche und so auch bei Konstantinopel eine grössere Anzahl dieser Anlagen vorhanden. Forchheimer und Strzygowski schreiben, und wohl mit Recht, die Schaffung der offenen Wasserbehälter (Teiche) dem Einflusse der syro-palästinischen Ingenieure zu, die von Konstantin, der den Ueberschuss an Menschen des ganzen Reiches nach der nach ihm genannten Stadt lockte, durch glänzende Versprechungen dorthin gezogen worden seien. Diese Ingenieure dürften der Wasserbaukunst des Orients Eingang in Neu-Rom verschafft haben. Die Lage der Stadt auf einem felsigen Untergrunde legte es nahe, Sammelbehälter anzulegen, um in der trockenen Jahreszeit und namentlich bei Belagerungen Wasser zu haben. Die Form dieser Teiche ist, wie die der in Palästina und Syrien angelegten, viereckig. Die Grössenverhältnisse der syro-palästinischen Teiche betragen in der Länge 16 bis 210 m und in der Breite 5,6 bis 143 m. Die in Konstantinopel entstandenen Anlagen dieser Art sind durchschnittlich grösser und haben eine Länge von 127 bis 244 m und eine Breite von 76 bis 152 m.

Die aus dem Alterthum stammenden Teiche, der des Stadtpräfekten Modestus und des Patriciers Aëlius, sind zerstört. Ueber den Betrieb der Wasserwerksanlagen von Konstantinopel im Alterthum ist bis jetzt wenig bekannt geworden. Konstantin schützte im Jahre 330 n. Chr. durch Erlass eines entsprechenden Gesetzes die Wasserleitungen vor Verunreinigungen und dem zerstörenden Einfluss nahestehender Bäume. Die anwohnenden Grundbesitzer waren zur Reinhaltung der Kanäle und dazu verpflichtet, dass Bäume 15 Fuss von den Leitungen entfernt blieben. Andreossy führt in seinem Werke eine grössere Anzahl von Verordnungen der Kaiser Konstantin, Valentinian, Valens und Gratian an.

Römisches Installationswesen. Zur Ergänzung und im Anschluss an die über das römische Installationswesen bereits gegebenen Mittheilungen sollen nachstehend einige weitere Einzelheiten desselben angeführt werden.



Abb. 259.
Römischer Wasserleitungshahn.

Der Abschluss der Leitungen, von denen allerdings die Mehrzahl wohl überhaupt keinerlei Abschluss besessen haben wird, erfolgte durch Hähne und zwar ausnahmslos durch Kegelhähne. In dem Palaste des Tiberius auf Capri hat man eine solche Abschlussvorrichtung gefunden, deren Konstruktion Abb. 259 wiedergiebt. Der Theil *b* drehte sich in dem Theil *a*, wodurch das Rohr *c* geöffnet oder geschlossen wurde. Die Durchmesser der in den verschiedensten Theilen der Erde gefundenen römischen Bleirohre schwanken zwischen 25 bis 300 mm. Diesen Rohren ist meistens der Name des Konsuls, in dessen Amtszeit sie verlegt sind und die Namen der Besitzer, zu deren Grundstücke sie führten, aufgegossen. Auch die Namen der Fabrikanten sind sehr oft angegeben. Die Anfertigung der Rohre erfolgte theils für Rechnung der Kommunen, welche Wasserleitungen anlegten und unterhielten, theils für kaiserliche Rechnung. In dem letzteren Falle ist der Name des die Aufsicht führenden Beamten, der Bestimmungsort und der Name des Fabrikvorstehers auf dem Rohre verzeichnet. Auch die Namen von Privatleuten, die auf Bestellung nach auswärts Rohre lieferten, kommen vor. Die Bleirohrfabrikation gehörte in der Kaiserzeit zu denjenigen grossen Geschäftszweigen, in welchen Kapitalisten ihr Vermögen mit Vorliebe anlegten.

Ueber die Art und Weise der Ausführung von Installationsanlagen geben zahlreiche Funde Aufschluss, von welchen einzelne nachstehend beschrieben werden. Im Kölner Dome fand Voigtel den Auslass einer Bleirohrleitung, die zum Schutze gegen Beschädigungen in einem aus Tufsteinquadern ausgeführten kleinen Kanal verlegt war. Das Bleirohr hat 68 mm innere Weite, bei $3^1/_2$ mm Wandstärke. Dasselbe ist aus Bleiplatten von etwa 3 m Länge und 21 cm Breite angefertigt. An den Kanten der Langseiten ist das Blei dünn geschabt und sind diese mit 13 mm Ueberdeckung in stark vortretender Naht mit Zinn,

dem 8% Zink beigemengt ist, sorgfältig und stark verlöthet. Die fertigen Rohrstücke sind dann nach Abschaben der Rohrenden auf 13 mm in einander geschoben und mit besonders kräftiger Verlöthung wahrscheinlich an Ort und Stelle zusammengefügt. Der Auslass ist als T-Stück in die Leitung eingesetzt. Die Verlöthung mittelst Zinn und Zink ist besonders bemerkenswerth, da sie den Annahmen von Belgrand widerspricht. In dem römischen Hause an der Ostseite des Domes ist die Anlage eines Hausbades mit Umfassungsmauern von achteckiger Grundrissform und 2 m innerem Durchmesser nebst den Wasser-Zu- und Ableitungen aufgefunden worden. Die Abflussleitung ist ebenfalls aus Bleiröhren hergestellt und in einem gemauerten Kanal verlegt. Ein ähnliches Bad enthielt ein bei Anlage der Dasselstrasse freigelegtes Haus.

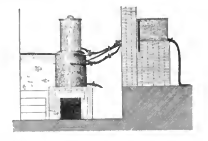


Abb. 260.
Römische Heizvorrichtung für Badezwecke.

Sehr mannigfaltig sind die aufgefundenen Installationsgegenstände von Badeanlagen. Die Römer trieben mit den Leitungen und Hähnen grossen Luxus, zahlreiche dieser Gegenstände wurden von Silber hergestellt. Eine bemerkenswerthe Heizeinrichtung, die jedenfalls zu Badezwecken mitbenutzt wurde, hat man in der Umgegend von Pompeji gefunden. Hier befindet sich in einem Hause in einem besonderen Raume über einem gemauerten Herde ein Heizkessel, der aus zwei Cylindern besteht. Der Durchmesser des oberen Theils ist kleiner als der des unteren. Die Durchmesser betragen 35 resp. 59 cm. In einem Nebenraum befindet sich, wie Abb. 260 zeigt, ein hochliegendes Reservoir, das zur Speisung des Kessels und jedenfalls zu noch anderen Zwecken diente. Von dem Reservoir gehen drei Leitungen aus. Die obere Leitung geht in den Kessel und reicht bis nahezu auf seinen Boden, sodass das kalte Wasser in dem unteren Theil anstrat. Das zweite Rohr theilt sich in zwei Stränge, der eine geht nach dem Kessel, der andere erstreckt sich hinter dem Kessel weiter. In dem von dem Reservoir ausgehenden Rohr, sowie in dem nach dem Kessel führenden Strang sind Hähne eingebaut. Schloss man den letzteren Hahn, so konnte man das kalte Wasser um den Kessel herum nach einem weiter liegenden Ausfluss leiten, öffnete man dagegen diesen Hahn und schloss den in

dem Abflussrohr des Reservoirs vorhandenen, so floss warmes Wasser nach dem Ausflusspunkt. Die dritte Leitung weist dieselbe Anordnung wie die zweite auf, sodass auch durch diese nach Belieben kaltes und warmes Wasser nach ihrem Endpunkt geleitet werden konnte. Die Höhenlage des Kessels ist so gewählt, dass er vollständig von dem Reservoir aus gefüllt werden konnte. Am unteren Kesseltheil ist ein Hahn zum Entleeren angeordnet.

In dem Museum von Pompeji befinden sich zwei römische antike Wasserheizkessel, die Beweis ablegen, dass den römischen Ingenieuren die Vorzüge der Wasserrohrkesselheizung bekannt waren. Die Roststäbe des allerdings nur kleinen Gefässes bestehen aus hohlen Rohren, die mit dem Wasserraum in Verbindung stehen. Auf diesen Rohren ruhte unmittelbar die Feuerung.

Viele römische Theater waren mit Röhren ausgestattet, die an den Wänden herumliefen und aus deren kleine Löcher fein vertheiltes Wasser auf die Zuschauer gespritzt wurde. Dieses Wasser wurde mitunter parfümirt; so ist in Pompeji eine Wandinschrift aufgefunden worden, in welcher ein Thiergefecht und Athletenkämpfe angezeigt sind, wobei bemerkt ist, dass mit wohlriechendem Wasser gespritzt werden soll.

Die römischen Bäder (Thermen). Das reichlich den römischen Städten zugeführte Wasser fand namentlich zu Badezwecken eine sehr ausgedehnte Verwendung. Bereits die Griechen legten auf das Baden grossen Werth. In den Gymnasien sowohl als in den Palästrien befanden sich Baderäume, in welchen die Theilnehmer an den Spielen und Uebungen sich waschen konnten und massiren liessen, um ihre Kräfte zu stärken und zu erneuen. Einen vollständig anderen Charakter besassen die römischen, unter dem Namen „Thermen" bekannten Badeanlagen, die lediglich die Bezeichnung mit den griechischen Anlagen dieser Art gemein hatten. In Rom dürfte die erste der Thermen, welcher Name von den in diesen Bauten vorhanden gewesenen warmen Bädern herrührt, nach Fertigstellung der Claudia erbaut worden sein. Die römischen Thermen entstanden wahrscheinlich in Anlehnung an die aus der Diadochenzeit stammenden Vorbilder. In diesen Bauanlagen war alles vereinigt, was die damalige Zeit zur Unterhaltung, Erholung und zum Vergnügen ersonnen hatte. Die Thermen wurden in der verschwenderischsten und prachtvollsten Weise ausgestattet und ihre Benutzung stand dem Volke gegen eine geringe Vergütung, zeitweise ganz umsonst frei. Durchgängig lassen sich in den Thermen die folgenden 6 Theile unterscheiden:

1. Der Auskleideraum (apodyterium),
2. das kalte Bad (frigidarium),
3. ein mässig erwärmter Raum zur Entkleidung vor und zur Ankleidung nach Benutzung des Schwitzbades (tepidarium),
4. das Schwitzbad (caldarium, sudatorium),
5. die Feuerungsanlage, die Wasserbehälter und die Kessel zur Wassererwärmung (praefurnium),
6. ein freier Platz (palaestra) zur Abhaltung körperlicher Uebungen.

Es würde an dieser Stelle zu weit führen, alle Einzelheiten der Thermen und die verschiedenen aufgefundenen Anlagen dieser Art in den einzelnen Theilen des römischen Weltreiches anzugehen. Nachstehend sollen nur einige Mittheilungen über die berühmteste Therme, die des Antoninus Caracalla folgen: In diesem Bauwerk, das eine Fläche von 110536 qm einnahm, hat die römische Baukunst ihren höchsten Triumph gefeiert. Nach den vorhandenen Resten war das Innere mit Säulen und Gesimsen aus den kostbarsten Steinen geschmückt, die Wände waren mit farbigem Marmor und die Fussböden mit bunten Steinplatten oder Mosaik belegt. Die Gewölbe, welche durch die Kühnheit ihrer Konstruktion besonders berühmt sind, waren auf das Reichste bemalt, vielleicht sogar mit Glasmosaik geschmückt. Einer der Räume der Thermen des Diocletian dient heute noch als Kirche (St. Maria degli Angeli). Das Pantheon ist ein Ueberrest der Thermen des Agrippa.

Die Thermen spielten während eines langen Zeitraums in Rom eine bedeutende Rolle. Nach **Plinius** fanden sich bereits vor Sonnenaufgang die jungen Männer ein, um in den Palästrien ihre Uebungen auszuführen. Die Philosophen hielten in den Sälen vor einer aufmerksamen und intelligenten Zuhörerschaft ihre Vorlesungen, die Kämpfer und Athleten zogen die Menge nach den Sälen, die Greise ergingen sich je nach der Jahreszeit vor oder nach dem Bade in den bedeckten oder offenen Säulenhallen und Gängen, die Bibliothek stand jederzeit zur Verfügung der Studirenden und Wissbegierigen. In diesen schönen und nachahmungswerthen Verhältnissen traten jedoch im Laufe der Zeit ausserordentlich ungünstige und unheilvolle Veränderungen ein. Ursprünglich waren die beiden Geschlechter in den Thermen vollständig getrennt, diese Trennung wurde nach und nach immer weniger streng aufrecht erhalten und verschwand schliesslich ganz, wodurch die Thermen die Stätten der grössten Ausschweifung wurden. Statt die Bäder mit Mässigung und als eine Erquickung und Stärkung zu benutzen, wurden sie im Uebermass genommen, manche badeten sich 6 bis 7 mal am Tage.

Caelius Cyprianus, D. Hieronymus und andere christliche Autoren traten heftig gegen die Thermen und ihren üblen Einfluss auf. Mit der Herrschaft des Christenthums wurden die Thermen gleich den Theatern in die Acht gethan und eines dieser herrlichen Gebäude nach dem andern verschwand. Die Stätten der Zügellosigkeit eines entarteten Volkes gingen mit diesem Volke selbst zu Grunde. Wenn auch das römische Volk infolge seiner Entartung schliesslich kein anderes Loos als den Untergang verdiente, so bleibt es doch anderseits in höchstem Grade bedauerlich, dass mit demselben die Errungenschaften einer weit vorgeschrittenen Technik ebenfalls verschwanden und die Entwicklung der Ingenieurtechnik in vielen Theilen der Erde einen viele Jahrhunderte langen Stillstand, ja Rückschritt erfuhr.

8. Die Wasserversorgungsanlagen der Perser.

Von den Schöpfungen der Perser auf dem Gebiet der Wasserversorgung sind bis jetzt verhältnissmässig nur wenige bekannt geworden. Bei den späteren Anlagen dieser Art, namentlich bei der Wasserleitung von Sbuster ist römischer Einfluss mit Bestimmtheit anzunehmen, weshalb die Besprechung der persischen Wasserversorgungsanlagen im Anschluss an die römischen erfolgt.

Bei Persepolis befindet sich zwischen zwei Grüften ein ausgehauenes Felsbassin von 12 Fuss im Viereck und von 16 Fuss Tiefe. Dieses Becken diente einst als Reservoir. Von hier aus konnte durch in den Fels gehauene Kanäle die ganze Terrasse, auf welcher die berühmten Ruinen stehen, nach allen Richtungen hin bewässert werden. Die vertheilten Wassermengen flossen zum Theil in einer zweiten tieferliegenden Felscisterne wiederum zusammen. Dieses zweite Bassin liegt zwischen der Säulenterrasse und dem Hauptportal. Das obere Felsbecken wurde durch unterirdische sowie offene 10 Fuss tief in die Felsen eingehauene Kanäle gespeist. Die Reste dieser Kanäle setzen sich auch ausserhalb der Hauptterrasse durch die Landschaft fort.

Die Wasserleitungsanlagen von Persepolis sind durch einen Zeitraum von vielen Jahrhunderten von den übrigen bekannt gewordenen derartigen Schöpfungen der Perser getrennt. Ardeschir I. (226--240 n. Chr.), der Erbauer des Palastes von Firuzabad (Gur) liess eine Wasserleitung für die genannte Stadt anlegen. Die interessanteste der antiken persischen städtischen Wasserversorgungsanlagen ist diejenige der Stadt Shuster. Dieses Werk diente gleichzeitig Irrigationszwecken. Als Erbauer von Shuster gilt Shapur oder Shapor I. (240—271 n. Chr.), in dessen Gefangenschaft der unglückliche römische Kaiser Valerian (253—260 n. Chr.) im Jahre 260 fiel. Nach Gründung der Stadt wurde in einer Biegung des Kuran (Karun) ein tiefer und weiter Kanal angelegt, der die Stadt umzieht. Diese Abzweigung liegt unmittelbar oberhalb der Stadt, welche sich auf einer Erhöhung zwischen den beiden Wasserläufen erstreckt. Ein massiver Damm (Bend) wurde quer durch das natürliche Strombett gezogen und zwar in der Entfernung von einer Viertelstunde unterhalb des Abzweigungspunktes des Kanals. In dem Damm selbst liess man nur einige wenige enge Durchgänge (Schleusen), so dass die Hauptwassermasse durch den Kanal gedrängt wurde. Vor dem Kanaleingang baute man später gleichfalls einen Damm mit Abflussöffnungen. Man bildete auf diese Weise ein grosses aufgestautes Bassin. Zur weiteren Ableitung des Wassers aus diesem Reservoir grub man durch den Sandsteinfelsen, welcher das linke östliche Flussufer zwischen beiden Dämmen bildet, einen Tunnel, Nahri Dariyan genannt, der tiefer lag, als der aufgestaute Wasserspiegel. Bevor jedoch der Kanal durch einen Damm geschlossen wurde, hatte man die Fläche oberhalb des Flussdammes mit kolossalen behauenen Steinquadern gepflastert, die unter einander durch Metallklammern befestigt sind. Im XIII. Jahrhundert scheint der Flussdamm, der Band

Kaisar eingebrochen zu sein. Der durch den Berg, auf welchem das Kastell Shuster liegt, getriebene Tunnel, ist 300 Schritt lang uud 15 Fuss breit. An vielen Stellen ist derselbe als Spalte eingehauen; der Fels ist sehr weich, sodass diese Arbeit keine schwierige war.

Der Karun ist im Laufe der Zeit vielfachen Wechseln unterworfen gewesen. Durch Durchbrüche des Dammes trat eine Niveausenkung des durch den Bend gebildeten Reservoirs ein, sodass mit der Zeit der Tunnel zwecklos wurde. In späterer Zeit ist der Bandi Kaisar wieder von dem Prinzen von Kermanschab restaurirt worden und erhielt er den Namen Bandi Shabza dab. Der von dem Fluss abzweigende Kanal erhielt den Namen Du Dangah (d. h. Zwei Theile), weil sein Bett $^2/_6$ des Flusswassers erhielt. Dieser Kanal soll früher bis Ahwaz gereicht haben, wo er durch Irrigation vollständig aufgebraucht wurde. Die jetzige Bezeichnung des Kanals von Shuster bis zu seiner Wiedervereinigung mit dem Karun bei Bund-i-Kir, an welcher Stelle der Dizful in den Karun einmündet, ist Ab-i-Gargar. Die Tiefe beträgt 12 bis 18 Fuss, die Breite schwankt zwischen 50 und 100 m. Das ursprüngliche, im Westen der Stadt befindliche Flussbett heisst Nahri Tuster. In diesem Flusslaufe waren eine grosse Anzahl Dämme aufgeführt, durch welche das Wasser in die Kanäle gegen Ost und West zur Bewässerung geleitet war. Von den von dem Karun abzweigenden Bewässerungskanälen besitzen einzelne eine stattliche Grösse. Ihre Sohle liegt gegenwärtig so hoch über dem Flussbett, dass die Speisung nur durch künstliche Mittel (Dämme oder Hebemaschinen) möglich gewesen sein kann, wenn nicht, wie Layard annimmt, der Karun sein Bett im Laufe der Zeit bedeutend vertieft hat. Von den Dämmen ist gegenwärtig nur einer unterhalb der Stadt erhalten (der Bandi Khak). Der mit dem Bandi Kaisar das Reservoir bildende Damm vor dem Kanal Ab-i-Gargar heisst Bandi Mizan, d. h. der Damm des Gleichgewichts, da er dieselbe Höhenlage wie der erstere hat. Auf dem Flussdamme ward die Cäsars Brücke (Puli Kaisar) erbaut, die 44 Bogen besitzt. Alle diese Bauten Sapors dürften mit Hülfe der gefangenen römischen Kriegs- und Handwerksleute erbaut worden sein.

Unterhalb der Einmündungstelle des Dizful und des Ab-i-Gargar liegt bei Ahwaz ein Damm, der unter Benutzung der daselbst in dem Flusse vorhandenen Felsriffe hergestellt ist. Derselbe führt den Namen Band-Ahwaz. Von dem Dizfulflusse geben ebenfalls zahlreiche Bewässerungskanäle, die der Sassanidenzeit ihre Entstehung verdanken dürften, ab. Auf einem Hügel in der Nähe der Ruinen von Ahwaz am Bandi Kir hat man 7 quadratische Steincisternen gefunden, die eine Seitenlänge von 16 Fuss besitzen und verhältnissmässig tief sind, sie sind innen sehr sorgfältig polirt. Das Wasser wurde durch 6 bis 7 Aquädukte in dieselben geleitet.

Ergebnisse des sechsten Kapitels.

Die überaus zahlreichen Leistungen des Alterthums auf dem Gebiete der Wasserversorgung weisen eine ausserordentlich grosse Mannigfaltigkeit auf. Während die Versorgung durch Brunnen und Cisternen sich bei allen Völkern in ziemlich gleichmässiger Art und Weise gestalten musste, gab die Herleitung des Wassers aus grösserer Entfernung Veranlassung zur Ausbildung verschiedener, hierbei zur Anwendung kommender Methoden. In diesen Leitungen wurde ausschliesslich die durch Gravitation bewirkte Bewegung des Wassers ausgenutzt. Eine Hebung und Fortbewegung des Wassers durch künstliche Anlagen, etwa in der Art der späteren Schöpf- und Pumpwerke, kannte das Alterthum für Fernleitungen nicht, doch war ihm eine künstliche Wasserhebung nicht vollständig fremd. Zur Fortleitung wurde im allgemeinen das Wasser genügend hochgelegener Quellen und Wasserläufe benutzt oder das Wasser wurde an der Entnahmestelle hochgetrieben, sei es, wie solches in den Brunnen von Tyrus und an anderen Orten geschah, durch unmittelbare Ummauerung der Quellen oder durch Aufstauung der Wasserläufe. Von den beiden letzteren Methoden ist verhältnissmässig selten Gebrauch gemacht worden, wenigstens soweit es sich speciell um städtische Wasserversorgungsanlagen handelt. Es kann allerdings wohl mit Bestimmtheit angenommen werden, dass die indischen Tanks und die arabischen und syrischen Stauweiher neben dem Bewässerungszweck auch der Wasserversorgung der menschlichen Ansiedlungen nutzbar gemacht worden sind, doch liegen hierüber, soweit Indien, Ceylon und Arabien in Betracht kommen, keine bestimmten Angaben vor.

Für die Fortleitung des Wassers war die Schaffung eines von der Versorgungsstelle bis zur Entnahmestelle reichenden Gerinnes erforderlich, welches genügendes Gefälle besitzen musste. Diese Leitung konnte als offene Rinne oder als geschlossener Kanal hergestellt werden. Die fast beständig herrschende Kriegsgefahr liess die letztere Anordnung als die vortheilhaftere erscheinen. Die Schaffung von Tunnel gab hierbei die Möglichkeit, ungünstige Terraingestaltungen in einfacher Weise zu überwinden. Es ist bemerkenswerth, dass die Schaffung von Tunnel sich bis zu einer frühen Periode zurückverfolgen lässt.

Die Frage, wo der erste Tunnel entstand ist nicht zu beantworten, doch ist es wohl sicher, dass dieser Ruhm nicht, wie bisher vielfach angenommen wurde, der Schöpfung des Eupalinos zukommt. Die auf Salomo zurückgeführte Leitung von Jerusalem weist Tunnelstrecken auf, ebenso besitzt der Siloahkanal wohl sicher ein höheres Alter, da die Annahme, dass dieses Werk unter König Hiskia (728—699 v. Chr.) entstand, ausserordentlich viel Wahrscheinlichkeit besitzt. Von hohem Interesse würde es sein, zu wissen, ob Eupalinos sich bei der für jene Zeit ausserordentlich grossen Kühnheit seines Planes an andere Vorhilder angelehnt hat oder ganz selbständig auf die Durchbrechung des Gebirges gekommen ist. Die zunächst befremdende Erscheinung

der verhältnissmässig zahlreichen Tunnelbauten des Alterthums dürfte zu einem grossen Theil darauf zurückzuführen sein, dass die Mehrzahl der antiken Völker durch die Anlegung von Felsengräbern mit der Art und Weise der Herstellung unterirdischer Gänge vertraut geworden war; vielleicht gaben von der Natur geschaffene Höhlen den ersten Anstoss zur künstlichen Schaffung unterirdischer Gemächer und Gänge. Die Unmöglichkeit der Fortführung einer Leitung an der Erdoberfläche in einzelnen Fällen, sowie die Erkenntniss der ausserordentlich viel grösseren Arbeitsleistung, welche die Schaffung einer offenen tiefen Rinne einem unterirdischen Gange gegenüber bedingte, musste von selbst auf die künstliche Durchbrechung eines Berges führen. Die geologischen Verhältnisse der antiken Kulturländer beeinflussten die Bohrung von Tunneln im allgemeinen günstig, da die zu überwindenden Schwierigkeiten meistens lediglich aus der Festigkeit des zu durchbrechenden Gesteins entsprangen. Die Tunnelbohrung war, da sie ausschliesslich durch Handarbeit beschafft werden musste, an sich zwar mühsam und zeitraubend, bedingte jedoch meistens keinerlei schwierig herzustellende technische Vorkehrungen. Der Stollen des Eupalinos weist Ausmauerungen nur auf verhältnissmässig kurzen Strecken auf, und zwar dort, wo das Gestein nicht ausreichende Festigkeit besass. Eine Ausnahme machte in dieser Beziehung der Tunnel zur Trockenlegung des Fuciner Sees. Die Hemmnisse, welche sich der Bohrung dieses Emissars entgegenstellten, vermochten die Römer nicht genügend zu überwinden. Ein Theil an diesem Misslingen ist zwar auf die bei diesem Bau leider vorhanden gewesene Misswirthschaft zurückzuführen, jedoch drängt sich hier zum Schluss die Frage auf, ob die antike Tunnelbaukunst überhaupt so weit fortgeschritten war, dass sie so enormen Schwierigkeiten, wie es bei dem Fuciner Emissar zu beseitigen galt, gewachsen war? Man darf wohl annehmen, dass derartige Schwierigkeiten nur in vereinzelten Fällen aufgetreten sind, ja dass der Fuciner Emissar in dieser Hinsicht allein dastand. Die antike Tunnelbaukunst hat aller Wahrscheinlichkeit nach trotz der zahlreichen Schöpfungen eine sehr weitgehende Ausbildung in technischer Beziehung nicht erlangt. Die Hauptschwierigkeit lag jedenfalls meistens nicht in den Hindernissen, welche aus dem zu durchbrechenden Material entsprangen, sondern darin, jenen Punkt zu erreichen, der als Ziel bestimmt war. Diese Unsicherheit entsprang aus dem Unvermögen der antiken Ingenieure, die Tunnelaxe in der horizontalen sowohl wie in der vertikalen Ebene mit genügender Genauigkeit festzulegen. Ungeachtet dieser Ungewissheit scheuten die Ingenieure keineswegs davor zurück, im Interesse der Arbeitsbeschleunigung den Tunnel an beiden Mundlöchern zu beginnen, ja in einzelnen Fällen die Angriffsstellen durch Schachtanlagen noch weiter zu vermehren. Von der grösseren Zahl der in dem vorliegenden Werk im einzelnen näher beschriebenen Tunnel, so von dem Stollen des Eupalinos, dem Emissar des Fuciner Sees, dem Tunnel von Saldae wissen wir mit Bestimmtheit, dass der Stollenbau von beiden Seiten aus begonnen wurde. Selbst die äusserst gewundene Trace des Siloahkanals schreckte

dessen Schöpfer nicht von der beiderseitigen Inangriffnahme des Werkes zurück. In keinem der genannten Fälle fand ein kunstgerechtes Zusammentreffen der Tunnelenden im modernen Sinne statt. Das Probiren und das gute Glück mussten das ihrige thun, die Arbeit zu gutem Ende zu führen. Sowohl in der Richtung wie in der Höhenlage musste ausnahmslos nachgeholfen werden. Immerhin verdient der Umstand, dass es den antiken Ingenieuren überhaupt möglich war, die Axe eines Tunnels einigermassen zu bestimmen, grosse Anerkennung.

Die Ausnutznng der Tnnnel von Wasserleitungen geschah entweder unmittelbar, sodass das Wasser auf der Tunnelsohle floss, oder es wurden in dem Tunnel Rohre verlegt, wie solches in Samos und Athen geschehen ist. Die unterirdische Führung der Wasserleitungen, wie sie namentlich von den Griechen mit Vorliebe gewählt wurde, liess die Verwendung von Röhren praktisch erscheinen. Als Material zu diesen Röhren fand Stein, Thon und Blei, vielleicht auch Bronce Verwendung. Es ist wenig wahrscheinlich, dass, wie Texier glaubte annehmen zu dürfen, sich innerhalb der Steinrohre noch Thonrohre befunden haben werden. Bemerkenswerth ist es, dass die älteste bekannte Druckrohrleitung der Hellenen, diejenige zu Patara, Steinrohre besitzt. Für die Leitung von Methymna hat Koldewey ebenfalls die Benutzung von Steinröhren nachgewiesen. Für Druckleitungen musste allerdings Stein besonders geeignet erscheinen und die Schwierigkeit lag alsdann nur in einer guten Dichtung der Fugen, welche Schwierigkeit jedoch gering erscheint gegenüber derjenigen, die aus der Verwendung eines ungenügenden Materials entspringen musste, als welches sich sowohl Thon wie Blei erwies. Während bei Steinrohren nur die Stossstellen schwache Punkte waren, bildeten die Leitungen aus Thon oder Blei bei höherem Druck auf den ganzen betreffenden Strecken eine unzuverlässige Konstruktion. Die Annahme der Verwendung von Bronce hat bisher leider nicht durch Funde die Bestätigung ihrer Richtigkeit gefunden. Es ist nicht ersichtlich, aus welchem Grunde von diesem Material, wenn es thatsächlich bei Pergamum zur Anwendung gekommen wäre, in ähnlichem Falle nicht auch die Römer Gebrauch gemacht haben sollten, da doch auch diesen bei ihren Anlagen grosse Mittel zur Verfügung standen und die Bleirohrleitungen die Aufgabe nicht erfüllten, was den römischen Ingenieuren nicht fremd geblieben sein kann und auch thatsächlich nicht geblieben ist, wie die Ummanerungen an der Leitung des Mont Pilat beweisen. Die Lyoner Leitungen verdienen ein besonders eingehendes Studium, da sie die Verwendung von Stein- und Bleiröhren zeigen. Auch in Aspendus kamen Steinröhren zur Verwendung. Warum benutzten die Römer nicht stets zu den Druckleitungen Steinröhren sondern Bleirohre von einer so ungünstigen Konstruktion wie nur irgend möglich? Der Kostenpunkt kann allein nicht den Ausschlag gegeben haben.

Da Lenthéric die Pfeilhöhen der Siphons angiebt, so lässt sich vielleicht an der Leitung des Mont Pila das Zutreffende der Belgrand'schen Ansicht

über die Anordnung der Heberleitungen in einer Kurve darthun. Die genannte Leitung war an einer Stelle einem Druck von über 12 Atmosphären ausgesetzt und sie ist somit die bedeutendste bekannte Druckleitung der Römer überhaupt, die allerdings der Meisterschöpfung der Hellenen mit einem Drucke von mindestens 16 Atmosphären immerhin noch nachsteht. Die Vorliebe der Griechen, das Wasser in Röhren zu leiten, entsprang jedenfalls dem von ihnen in hohem Grade bekundeten Bemühen, das Wasser vor Verunreinigungen jeder Art zu bewahren. Durch die ausgedehnte Verwendung von Röhren dürfte die Erkenntniss der Möglichkeit, das Wasser in Druckrohren aufwärts leiten zu können, herbeigeführt worden sein. Die Römer haben die Benutzung von Röhren innerhalb der Leitungskanäle wesentlich eingeschränkt und in der Hauptsache nur in jenen Fällen Rohre auf den Aquädukten verlegt, wenn solche als Druckleitungen funktionirten. Bei den grossen Wassermengen einer stattlichen Zahl der römischen Aquädukte wäre allerdings die besondere Einhauung von Leitungen vielfach mit Schwierigkeiten und jedenfalls mit grossen Kosten verknüpft gewesen. Eine derartige Fortleitung des Wassers wäre jedoch für die von den Römern mit so besonderer Vorliebe erbauten Aquädukte von grossem Werthe gewesen und würde die Schwierigkeiten, die steinernen Gerinne dicht zu halten, beseitigt haben. Die Gründe, welche die Römer vermuthlich veranlassten, sich mit ihren Wasserleitungen in einem viel geringerem Maſse wie die Griechen den Terrainverhältnissen anzuschmiegen, sind in diesem Kapitel bereits angeführt. Da den römischen Ingenieuren die grossen Vortheile der Druckleitungen, insbesondere die hierdurch zu erzielende wesentliche Kostenersparung, unmöglich unbekannt geblieben sein können, so bleibt es befremdlich, dass sie nicht mit allen Kräften bestrebt waren, die Uebelstände der Thon- und Bleiröhren zu beseitigen. Die ganz ausserordentliche Ausdehnung der römischen Aquädukte, deren imposantes Aussehen gewiss Niemand zu bestreiten vermag, spricht, wenn man nicht die Ruhmsucht als die Haupttriebfeder zu deren Entstehung annehmen will, gegen die Benutzung von Bronce zu Druckleitungen. Es erscheint wenig wahrscheinlich, dass der Menschheit diese Kenntniss ganz entschwunden sein soll, namentlich da römische Ingenieure, wenn auch Jahrhunderte später, in Pergamon selbst thätig gewesen sind und es doch fraglich sein dürfte, ob in diesem Zeitpunkte jede Spur und jede Kunde von der Wasserversorgungsanlage der Burg von Pergamon verschwunden war. So staunenswerth die bei der Erbauung der römischen Aquädukte bewiesene Schaffungskraft ist, und so sehr diese Werke mit Recht wohl immer wieder die Bewunderung der Beschauer erregen werden, so muss dennoch bekannt werden, dass vom technischen Standpunkte aus manche dieser Schöpfungen als nicht daseinsberechtigt bezeichnet werden müssen, und dass die Griechen sich auf dem Gebiete des Wasserversorgungswesens als das technisch überlegenere Volk gezeigt haben.

Die Frage, ob sich an den römischen Wasserleitungen ein Fortschritt im Laufe der Jahrhunderte nachweisen lässt, muss mit ja beantwortet werden

Die Fortbildung lässt sich aus der grösseren Geschicklichkeit in der Tracirung der Leitungen erkennen, sie tritt dagegen weniger hervor in der Ausbildung der Gerinne und Leitungsrohre, in deren Ausbildung ein Fortschritt kaum bemerkbar ist.

Litteratur-Nachweis zum sechsten Kapitel.

Layard, Niniveh and Babylon.
Cernik, Technische Studien. Expedition durch die Gebiete des Euphrat und Tigris nebst Ein- und Ausgangsrouten durch Nord-Syrien (Ergänzungsheft Nr. 44 zu Petermanns Geographischen Mittheilungen).
Kiepert, Neue Aufnahmen der Engländer in Assyrien (Zeitschrift für allgemeine Erdkunde. Neue Folge, 1. Bd., 1856).
Hommel, Geschichte Babyloniens und Assyriens.
Koldewey, Die Architektur von Sendschirli.
Brugsch Bey, Geschichte Aegyptens unter den Pharaonen.
Maspero, Geschichte der morgenländ. Völker im Alterthum. Uebersetzt von Pietschmann.
Schmitt, Zur Geschichte des Wasserbaues in Aegypten während der Pharaonen-Herrschaft (Deutsche Bauzeitung, 1878).
Wildenbruch, Plan von Rass-el-Ain bei Sour und Inschriften in Syrien (Monatsberichte über Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin, 1844).
Kautzsch, Die Siloah-Inschrift (Zeitschrift des deutschen Palästina-Vereins, 5. Bd., 1882).
Schick, Die Wasserversorgung der Stadt Jerusalem in geschichtlicher und topographischer Darstellung mit Originalkarten u. Plänen (Zeitschrift des deutschen Palästina-Vereins, 1. Bd.).
Ritter, Erdkunde, 15. Theil, 2. Abtheilung; 17. Theil, 1. und 2. Abtheilung.
Oberhummer, Aus Cypern (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1890).
Ritter, Ueber einige verschiedenartige charakteristische Denkmale des nördlichen Syriens (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1854).
— Mittheilungen aus einem Briefe Thomsons über die Entdeckung eines unterirdischen Aquädukts durch die Wüste von Damascus nach Palmyra (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Neue Folge, 7. Bd., 1849—50).
Cassas, Voyage pittoresque de la Syrie, de la Phoenicie, de la Palaestina et de la basse Aegypte.
Wood, The ruins of Palmyra.
Kremer, Notizen über Mittel-Syrien und Damascus.
Waterworks of Carthage (The Engineering Record, 1891).
Baumeister, Denkmäler des klassischen Alterthums.
Fabricius, Alterthümer auf der Insel Samos (Mittheilungen des Kaiserl. deutsch. archäolog. Instituts Athenische Abtheilung, 9. Jahrgang 1884).
Curtius und Kaupert, Karten von Attika. Erläuternder Text, Heft 1. Der Peiraieus von A. Milchhöfer. Die Befestigungen der Hafenstadt von G. von Alten.
Ziller, Ueber die antiken Wasserleitungen Athens (Mittheilungen des Kaiserl. deutsch. archäolog. Instituts. Athenische Abtheilung, 2. Jahrgang, 1877).
Dörpfeld, Die Ausgrabungen an der Enneakrunos (Mittheilungen des Kaiserl. deutsch. archäolog. Instituts. Athenische Abtheilung, 17., 18., 19. Bd., 1892. 1893. 1894).
Gräber, Die Wasserleitungen von Pergamon (Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1887).
Giebler, Die antike Hochdruck-Wasserleitung der Burg Pergamon (Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1897, Nr. 12).
Curtius, Adler und Hirschfeld, Die Ausgrabungen zu Olympia, 5. Bd.
Hirschfeld, Bericht über eine Reise im südwestlichen Kleinasien (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1879).
Texier, Description de l'Asie Mineure.

Schuhring. Topographie von Akragas.
— Die Bewässerung von Syracus (Philologus, 22. Bd.).
Description de l'Egypte etc., Tome V.
Koldewey, Die antiken Baureste der Insel Lesbos.
Torr, Rhodes in ancient times.
Giebler, Ueber einige älteste Wasserleitungen und deren Beziehungen zu den neuesten. (Verhandlungen des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, 1896.)

Ueber die Aquädukte Roms sind Schriften resp. Abhandlungen erschienen von:

Baccius, Philander, Nardini, Polini, Alberto Cassio, Piranosi.
Rondelet, Commentaire de S. J. Frontin sur les Aqueducs de Rome.
Dederich, Frontinus, Ueber die Wasserleitungen der Stadt Rom.
Frontinus, Commentarius de Aquaeductibus Urbis Romae.
Fabretti, De Aquis et Aquaeductibus veteris Romae. Roma 1650.
Rozat de Mandres, Les Aqueducs romains (Annales des ponts et chaussées, 1858).
Belgrand, Les Aqueducs romains.

Bassel, Antike Wasserleitung des Macrinus in Nespel (Centralbl. d. Bauverwaltung, 1883).
— Antike Hochdruckwasserleitung des Betilienus in Alatri (Centralbl. d. Bauverwaltung, 1881).
Corfield, Die Wasserversorgung altrömischer Städte (Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 1885).
Lenthéric, Le Rhône, Histoire d'un fleuve.
Bonamy, Mémoire sur les aqueducs de Paris comparés à ceux de l'ancienne Rome (Académie des inscriptions et belles lettres. T. XXX).
Jollois, Mémoire sur les antiquités romaines et gallo-romaines de Paris (Académie des inscriptions et belles lettres, 2. Serie).
Grahn, Statistik der städtischen Wasserversorgungen, Bd. 1.
Mittheilungen des Kaiserl. deutsch. archäolog. Institute, Römische Abtheilung, Bd. 4.
Téxier, Note sur les antiquités de Bougie (Revue archéologique, 1851).
Choisseul-Gouffier, Voyage pittoresque de la Grèce
Koldewey, Das Bad von Alexandria-Troas (Mittheilungen des Kaiserl. deutsch. archäolog. Instituts. Athenische Abtheilung, 9. Jahrgang, 1884).
de Laborde, Voyage pittoresque et historique de l'Espagne.
Blouet, Expédition scientifique en Morée.
Andreossy, Voyage à l'embouchure de la mer noire ou essai sur le Bosphore.
Voigtel, Die an der Ost- und Nordseite des Domes zu Köln entdeckten Reste römischer und mittelalterlicher Bauten (Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande, Heft LIII, LIV, LXXXII).
Strassburg und seine Bauten, herausgegeben von dem Architekten- und Ingenieur-Verein für Elsass-Lothringen.
Joly, Die Beleuchtung und Wasserversorgung der Stadt Köln.
Des Marcus Vitruvius Pollio Baukunst. Uebersetzt von August Rode.
Ancient pompeiinn Boilers (The Engineer, 1897).
Avigdor, Water works ancient and modern (Engineering, 1896).
Mazois et Gau, Les ruines de Pompéi.
Strzygowsky und Dr. Forchheimer, Die byzantinischen Wasserbehälter von Konstantinopel, Beiträge zur Geschichte der byzantinischen Baukunst und zur Topographie von Konstantinopel.
Schindler, Reisen im südwestlichen Persien (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1879).
Lieutenant Selby, Account of the Ascent of the Karun and Dizful Rivers and the Ab-i-Gargar Canal to Shuster (Journal of the Royal Geographical Society of London, 1844).
Layard, Ueber Irrigationswerke in Persien. (Journal of the Roy. Geograph. Society of London, 1846.)

Siebentes Kapitel.

Ausbildung und Stellung der Ingenieure; berühmte Ingenieure des Alterthums.

1. Ausbildungsweise der Ingenieure.

Das bis jetzt über den Bildungsgang der antiken Ingenieure vorliegende Material ist ein dürftiges. Am ausführlichsten schreibt Vitruv über die an einen Baukünstler hinsichtlich seiner Ausbildung und Leistungen zu stellenden Anforderungen. Die infolge der ausserordentlichen Fortbildung der gesammten Baukunst in unserer Zeit in einem immer weitergehenden Mafse erforderlich werdende Trennung der Vertreter der einzelnen Zweige der Baukunst, insbesondere die scharfe Scheidung in Architekten nnd Ingenieure kannte das Alterthum noch nicht. Hirt glaubt hinsichtlich der Art und Weise, in welcher die Ausbildung erfolgte, annehmen zu können, dass dieses ähnlich geschah, wie solches heute noch ausschliesslich in dem Handwerk der Fall ist, d. h. in dem Verhältniss eines Lehrlings zum Meister. Vermuthlich bildete ein Meister mehrere Lehrlinge in dem Praktischen aus und ertheilte ihnen gleichzeitig dabei Unterweisung im Zeichnen und in den Lehren der Baukunst, wie sich solche im Laufe der Zeit herausgebildet hatten. Perrot nimmt wie Hirt an, dass die Ausbildungsweise der ägyptischen Baumeister vorwiegend praktisch erfolgte, indem sich die Betreffenden einem Meister anschlossen. In Aegypten scheint sich der Beruf vielfach vererbt zu haben, hat Brugsch doch einen Stammbaum zu entwerfen vermocht, nach dem Vater und Sohn 22 Generationen hindurch von Beruf Architekten gewesen sind.

Nicht selten scheinen diejenigen, welche sich dem Baufache widmeten, Reisen nach jenen Ländern unternommen zu haben, in welchen dieses Fach auf einer hohen Ausbildungsstufe stand. So reiste noch im Zeitalter des Polycrates Theodorus von Samos nach Aegypten, um sich in der Kunst weiter zu unterrichten.

Von Interesse ist es zu sehen, wie bereits im Alterthum berühmte Baumeister um Rath gefragt oder nach entfernten Gegenden zur Uebernahme

wichtiger oder schwieriger Bauten gerufen wurden. Als Beispiele sind anzuführen: Eupalinos von Megara, Hippodamos von Milet, Deinokrates, Appolodorus von Damaskus.

Die bereits erwähnten Ausführungen Vitruvs über die Baukunst und die von einem Baukünstler zu fordernden Kenntnisse lauten wie folgt:

„Die Baukunst ist eine, mit vielerlei Kenntnissen und mannigfaltiger Gelehrsamkeit ausgeschmückte Wissenschaft, welche sich mit Geschmack die Werke aller übrigen Künste zu eigen macht. Sie besteht aus der Ausübung und aus der Theorie. Die Ausübung ist eine durch Nachdenken und stete Uebung erworbene mechanische Fertigkeit, aus jeder Art von Materialien ein Gebäude nach vorgelegtem Risse aufzuführen. Die Theorie aber ist die Geschicklichkeit, die mit Kunst und nach den Grundsätzen des guten Verhältnisses aufgeführten Gebäude zu erläutern und zu erklären. Es haben daher diejenigen Baukünstler, welche ohne gelehrte Kenntnisse nur nach mechanischer Fertigkeit gestrebt haben, nie mit ihren Arbeiten Ruhm erworben. Diejenigen aber, welche sich lediglich auf die Theorie und ihre gelehrten Kenntnisse verlassen haben, scheinen hinwiederum den Schatten für den Körper ergriffen zu haben. Allein diejenigen, welche beides gründlich erlernten und also gleichsam in voller Rüstung ihren Zweck verfolgten, haben denselben auch desto eher mit Ehren erreicht. Gleichwie in allen Sachen, so sind besonders auch in der Baukunst folgende zwei Stücke begriffen: Das, so da angezeigt wird, und das, so da anzeigt. Angezeigt wird der Gegenstand, wovon die Rede ist; und es zeigt denselben die, nach den Grundsätzen der Kunst davon gegebene Erläuterung an. In beiden nun scheint mir derjenige geübt sein zu müssen, der sich für einen Baukünstler ausgiebt. Er muss daher nicht allein Naturgaben, sondern auch Lernbegier besitzen; denn weder Genie ohne Kenntnisse, noch Kenntnisse ohne Genie, kann einen vollkommenen Künstler bilden. Er muss fertig mit der Feder, geschickt im Zeichnen, der Geometrie kundig, in der Optik nicht unwissend, in der Arithmetik unterrichtet, in der Geschichte bewandert sein, die Philosophen fleissig gehört haben, Musik verstehen, von Medizin Kenntniss haben, mit der Rechtsgelehrsamkeit bekannt sein und die Sternkunde sammt dem Himmelslaufe erlernt haben. Meine Gründe, warum alles dieses so sein müsse, sind folgende: Fertig mit der Feder muss ein Baukünstler sein, um seinem Gedächtnisse durch Niederschreibung merkwürdiger Sachen zu Hülfe zu kommen; des Zeichnens aber bedarf er, um mit Leichtigkeit allerlei Baurisse verfertigen zu können. Die Geometrie leistet der Baukunst mancherlei Hülfe: Erstlich lehrt sie den Gebrauch des Richtscheits — euthygrammus — und des Zirkels — circinus — womit die Grundrisse der Gebäude auf das allerleichteste verfertigt werden; und zweitens, die Handhabung des Winkelmasses — norma —, der Setzwage — libra — und der Schnur — linea —. Vermittelst der Optik erhalten die Gebäude von den bestimmten Himmelsgegenden das ihnen gehörige Licht. Mit Hülfe der Rechenkunst werden die

Bau-Anschläge gemacht, die Beschaffenheit der Mafse bestimmt und schwer anzugebende Verhältnisse durch künstliche Rechenmethoden gefunden. Allein in der Geschichte muss der Baukünstler bewandert sein, weil die Architekten oft in ihren Gebäuden verschiedene Zierrathen anbringen, wovon er doch denen, die ihn darum fragen, Auskunft zu geben im Stande sein muss. Die Philosophie giebt dem Baukünstler eine edle Denkart, und macht, dass er nicht stolz, sondern vielmehr bescheiden, billig und rechtschaffen, vorzüglich aber nicht geizig sei; denn ohne Treue und Redlichkeit kann nichts geziemend von Statten gehen. Er muss nicht begehrlich sein, noch darauf ausgehen, Geschenke zu erhaschen; sondern mit Standhaftigkeit seiner Würde nichts vergeben und auf seinen guten Namen halten; denn also heischt es die Philosophie. Die Philosophie aber handelt auch noch von der Beschaffenheit der Dinge. Dieser Theil derselben heisst im Griechischen Naturlehre, und muss mit vorzüglichem Fleisse erlernt werden, weil darin viele und mannigfaltige Untersuchungen die Natur betreffend, begriffen sind. Nur eines Beispiels in Ansehung der Wasserleitungen zu gedenken! Man leite nun das Wasser abwärts oder in Umwegen oder man treibe es von einer wagrechten Fläche aufwärts, immer erzeugt sich in der Wasserleitung auf eine oder die andere Art Gas, dessen Druck Niemand vorzubeugen vermag, der nicht aus der Philosophie die Grundsätze von der Dinge Beschaffenheit geschöpft hat. Ingleichen wird Niemand die Schriften des Ktesibios oder Archimedes, oder andere Schriftsteller, welche von dergleichen Materien handeln, lesen und verstehen können, ohne vorher über diese Gegenstände von den Philosophen unterrichtet zu sein. Musik muss er aber wissen, um das kanonische und mathematische Verhältniss, desgleichen die gehörige Beziehung der Ballisten, Katapulten und Skorpionen zu verstehen. Denn in den Kapitälen befinden sich rechts und links die Löcher der Einklänge, wodurch vermittelst Winden oder Haspel und Hebel aus Sehnen gedrehte Seile gespannt werden, welche weder eher verkeilt noch angebunden werden dürfen, als bis sie dem Ohre des Künstlers bestimmte gleiche Töne angehen, weil die in diese gespannten Seile eingeklemmten Arme beim Abschiessen ganz gleich zurückschnellen müssen, wenn der Schuss treffen soll. Sind sie aber nicht im Einklange, so wird auch der abgeschossene Pfeil von der geraden Richtung abweichen. Auch die ehernen Vasen in den Theatern, welche die Griechen Schallgefässe nennen, und welche in Zellen unter den Stufen nach mathematischem Verhältnisse gestellt werden, werden gemäss der Verschiedenheit der Töne geordnet; indem der Umfang in Diatessaron — Quarte — und Diapente — Quinte — und Diapason — Octave eingetheilt wird, damit die auf der Bühne erschallende Stimme, indem sie sich rings umher verbreitet und die zusammen stimmenden Gefässe berührt, verstärkt, heller und angenehmer zu den Ohren der Zuschauer gelange. Ja auch Wasserorgeln und andere, diesen ähnliche Instrumente kann Niemand ohne Theorie der Musik verfertigen. Wissenschaft von der Medizin muss er haben, um zu

beurtheilen, ob die Beschaffenheit der Himmelsgegend — Klima von den Griechen genannt — ob Luft und Wasser gesund oder ungesund sind; denn, ohne hierauf genommene gehörige Rücksicht, ist keine gesunde Wohnung möglich. Der Rechte muss er insofern kundig sein, als sie zur Aufführung gemeinschaftlicher Wände und zur Anlage der Dachtraufen, der Kloake und der Fenster, ingleichen zur Ableitung des Wassers und zu anderen dergleichen Dingen erforderlich ist; damit er, bevor er ein Gebäude anfängt, alle Vorsicht gebrauche, dass nach dessen Vollendung nicht dem Eigener Processe daraus entstehen; und damit bei Aufsetzung des Kontrakts sowohl der, welcher den Bau verdingt, als der, welcher ihn übernimmt (conductor), sich klüglich vorsehen könne; denn ist der Kontrakt nur gescheid abgefasst, so können beide auch ohne alle Chicane auseinander kommen. Die Sternkunde endlich lehrt ihn, wo Morgen, Abend, Mittag und Mitternacht sei, die Kenntniss des Himmelslaufs über die Tag- und Nacht-Gleichen, die Sonnenwenden und den Lauf der Gestirne, ohne deren Kenntniss Niemand die Theorie der Uhren inne haben kann. Da nun die Baukunst mit so vielen und mancherlei Kenntnissen ausgeschmückt ist, so glaube ich nicht, dass sich leicht Jemand anders mit Recht für einen Baukünstler ausgeben könne, als der, so von Kindheit auf alle diese Stufen des Wissens betreten hat, vertraulich mit den verschiedenen Wissenschaften und Künsten erzogen worden und also zum höchsten Gipfel der Baukunst gelangt ist. Vielleicht aber mögen Unerfahrene sich wundern, wie es möglich sei, dass eines Menschen Verstand und Gedächtniss zureiche, eine so grosse Menge von Kenntnissen zu fassen. Inzwischen, wenn sie erwägen, dass alle Wissenschaften unter einander in Verbindung und Gemeinschaft stehen, so werden sie die Möglichkeit leicht einsehen. Der Inbegriff der sämmtlichen Wissenschaften ist gleichsam ein Körper, der aus vielen Gliedern besteht. Wenn man nur von den zartesten Jahren an gehörig in den mannigfaltigen Gattungen der Gelehrsamkeit unterrichtet ist, so fasst man die Merkmale der Aehnlichkeit, und die zarten Fäden, welche sie unter einander verknüpfen, bald auf, und begreift sie daher alle sammt und sonders desto leichter. Es behauptet zwar ein alter Baukünstler, Pythius, der zu Priene den Tempel der Minerva mit so vielem Ruhme erbauet hat, in seinen Schriften: „Ein Baukünstler müsse in jeder der sämmtlichen Künste und Wissenschaften mehr vermögen, als diejenigen, so sich ausschliesslich auf irgend ein einzelnes Fach gelegt und darin sich durch ehernen Fleiss und Eifer zu Meistern gemacht haben.“ Allein dieses ist wohl eine grundlose Behauptung. Ein Architekt darf eben nicht, und kann auch nicht ein Grammatiker wie Aristarchus, ein Musiker wie Aristoxenus, ein Maler wie Apelles, ein Bildner wie Myron oder Polyklet, ein Arzt wie Hippokrates sein; sondern es ist genug, wenn er nur in allen diesen, so wie in den übrigen Künsten und Wissenschaften nicht ganz und gar unerfahren ist, ohne gerade in einer jeden sich ganz vorzüglich hervorzuthun. Wie wäre es auch bei einer so grossen Mannigfaltigkeit von Gegen-

ständen möglich, sie insgesammt bis zum höchsten Grade der Feinheit zu besitzen, da es fast die Fähigkeit eines Menschen übersteigt, nur die Theorie derselben einzusehen und zu begreifen. Ja, auch nicht nur den Baukünstlern ist es versagt, in allen Stücken vollkommene Meister zu werden, sondern es können selbst die nicht einmal, welche sich auf gewisse Künste besonders legen, es möglich machen, dass sie alle darin den ersten Preis davontragen. Da nun in einzelnen Künsten bei weitem nicht alle Künstler, sondern in ganzen Jahrhunderten nur wenige Genien sich rühmlich hervorgethan haben: wie sollte denn der Architekt, der mehrerer Künste kundig sein muss, es dahin bringen können, nicht allein (was schon nichts geringes ist) es an keiner fehlen zu lassen, sondern in jeder sogar alle Meister, die sich geflissentlich und ganz ausschliesslich darauf gelegt, zu übertreffen? Es scheint mir also Pythius sich hierin geirrt zu haben, indem er ausser Acht gelassen, dass jede Kunst aus zwei Stücken besteht, aus Ausübung und Theorie. Die Eine ist denen eigen, so diese Kunst besonders zu treiben beflissen sind, nämlich die Ausübung; die Andere aber ist allen Gelehrten gemein, nämlich die Theorie. So, zum Beispiel, sprechen Arzt und Tonkünstler vom Rythmus der Adern, und von der Füsse Bewegung; ist aber eine Wunde zu heilen, oder ein Kranker der Gefahr zu entreissen, so muss nicht der Musiker gerufen werden, sondern der Arzt, dessen eigenes Geschäft dieses ist. Hingegen muss nicht der Arzt, sondern der Tonkünstler das Instrument stimmen, damit durch dessen angenehme Musik die Ohren ergötzt werden mögen. Ingleichen reden Astronomen und Musiker gemeinschaftlich von der Sympathie der Gestirne und der Consonanzen, in Vier-, Dreiecken, in Diatessaron — Quarte — nnd Diapente — Quinte —; und mit ihnen der Geometer von der Sehekunst, welche die Griechen Optik heissen; und überhaupt alle Wissenschaften von vielen, ja von allen Dingen, die sie in der Theorie mit einander gemein haben. Jedoch die Ausübung, welche nur vermittelst Handanlegung und thätigen Fleisses zur Vollkommenheit gelangt, ist einzig die Sache derjenigen, welche sich ganz besonders auf eine einzelne Kunst gelegt haben. Es wird also auch für einen Baukünstler hinlänglich sein, nur einigermassen die Theile und Theorie der einzelnen Wissenschaften und Künste, welcher die Architektur bedarf, zu wissen, damit er, wenn er über die einschlagenden Gegenstände zu urtheilen, oder hiervon Gebrauch zu machen hat, nicht stecken bleibe oder einen Fehler begehe. Wem die Natur so viel Geschicklichkeit, Scharfsinn und Gedächtniss gegeben hat, dass er Geometrie, Astronomie und Musik sammt den übrigen Wissenschaften aus dem Grunde erlernen kann: der bleibt nicht beim Baukünstler stehen, sondern wird ein Mathematiker, nnd kann, da er mit mehreren Kenntnissen ausgerüstet ist, auch mit desto grösserer Leichtigkeit über alle diese Wissenschaften sprechen. Solche Köpfe giebt es jedoch nur selten. Es waren aber dergleichen ehedem Aristarchus von Samos, Philolaus und Archytas aus Tarent, Apollonius aus Perge, Eratosthenes aus Kyrene, und Archimedes und

Scopinas aus Syrakus. Ihnen hat die Nachwelt viele mechanische und gnomonische, vermittelst Schluss und Berechnung gemachte und erwiesene Erfindungen zu verdanken".

Wie das Vorangegangene erkennen lässt, waren die an einen tüchtigen Baukünstler gestellten Anforderungen bereits sehr mannigfaltiger Art und Vitruv weist darauf hin, dass jene, welche sich diesem Fache widmen wollten, bereits in früher Jugend in die verschiedenen Disciplinen eingeführt werden mussten. Während nach der Ansicht Vitruvs somit das Studium der Baukunst ein schwieriges war, äusserte Martial die entgegengesetzte Anschauung. Dieser bedeutendste römische Epigrammendichter (gest. um 100 n. Chr.) gab den Rath: „Lass deinen Sohn die Grammatiker und Rhetoren meiden, nichts mache er sich zu schaffen mit dem Cicero oder Maro; macht er Verse, so enterbe ihn, will er eine Kunst lernen, die Geld einbringt, so werde er Sänger oder Musiker, und wenn er einen harten Kopf hat, lass ihn Auctionator oder Baumeister werden."

So grossen Werth Vitruv auf theoretische Kenntnisse legte und obgleich er die in dieser Beziehung nothwendige Ausbildung als eine sehr weitgehende hinstellte, so muss dem gegenüber doch konstatirt werden, dass dieses Mafs an theoretischem Wissen, soweit es jene Kenntnisse umfasste, die in der Neuzeit in der Mathematik und Mechanik verkörpert sind, erklärlicherweise ein verhältnissmässig geringes war. Die antiken Baukünstler haben ihre hervorragenden Werke sowohl auf dem Gebiete des Hoch- wie des Tiefbaues, ohne Zuhülfenahme der Wissenschaft erbaut, wenigstens soweit hierbei der moderne Begriff zu Grunde gelegt wird. Es ist naturgemäss, dass auf der ersten Entwicklungsstufe der Ingenieurtechnik eine Erkenntniss der in Betracht kommenden mechanischen Vorgänge fehlte, daher kann es auch nicht in Erstaunen setzen, dass zunächst, so z. B. bei dem Transport schwerer Gegenstände, die primitivsten Hülfsmittel zur Anwendung kamen. Der Versuch und die hierbei gewonnenen Erfahrungen vermochten allein eine Weiterbildung herbeizuführen. Die instinktive Sammlung von Erfahrungen, welche die Handwerke ergaben, ist jederzeit und überall deren wissenschaftlichen Ordnung vorangegangen. Es ist unbekannt, in welcher Weise sich der Entwicklungsgang der Mechanik bei den verschiedenen Völkern vollzogen hat, die Mehrzahl der antiken Völker dürfte überhaupt nicht im Besitze derartiger Kenntnisse gewesen sein. Nur spärlich sind verhältnissmässig selbst die Mittheilungen, die wir über die Ausbildung dieser wichtigen Disciplin bei den Griechen und Römern besitzen. Die ersten Untersuchungen erstreckten sich auf die Statik, d. h. auf die Lehre vom Gleichgewicht. Archytas von Tarent (400 v. Chr.) soll das erste Buch über Mechanik verfasst haben, doch ist von dieser Schrift nichts erhalten geblieben. Die älteste bekannte Schrift ist das Werk des Aristoteles (384—322 v. Chr.) „Mechanische Probleme". Nach Mach weiss Aristoteles zwar Probleme zu erkennen und zu stellen, zeigt sich aber in ihrer Lösung wenig glücklich.

Unter den von diesem Gelehrten behandelten Sätzen sind die hervorragendsten diejenigen über:

das Parallelogramm der Bewegung,

den Hebel,

den Keil und

die Bewegung eines Punktes im Kreisumfang.

Die letzte Bewegung zerlegte Aristoteles bereits in zwei, wovon die eine nach der Tangente, die andere nach dem Kreismittelpunkt gerichtet ist. Kann trotz alles entwickelten Scharfsinns den Lösungen des Aristoteles keine volle Anerkennung zu Theil werden, so herrscht über die bahnbrechende Thätigkeit eines Archimedes auf dem Gebiete der Mechanik nur eine Stimme. Allgemein wird dieser bedeutende Mathematiker als der eigentliche Gründer der wissenschaftlichen Mechanik betrachtet. In seinem Werke „De aequi ponderantibus“ stellte derselbe Lehrsätze über den Hebel und den Schwerpunkt auf. Zu der Statik der Flüssigkeiten legte Archimedes ebenfalls den Grund; von ihm stammt der Satz über den Auftrieb der eingetauchten Körper. Die Ursache, die zu dieser Erkenntniss führte, die angebliche Unterschlagung eines Theiles des zu einer Krone bestimmten Goldes, darf als bekannt vorausgesetzt werden.

Nur wenige Namen sind den bereits genannten als Träger der Mechanik anzufügen. Heron von Alexandria (120 v. Chr.) wurde bereits in dem ersten Kapitel erwähnt. Dieser Schüler eines Ktesibios verfasste zwei Schriften über die Mechanik fester Körper. In diesen Werken behandelte er die Theorie der sogenannten fünf einfachen Maschinen und das Problem des Archimedes, ein beliebig gegebenes Gewicht mittelst einer beliebig gegebenen Kraft zu bewegen. Von den übrigen Abhandlungen soll die verloren gegangene Schrift sich mit der Theorie der hydrostatischen und hydraulischen Instrumente befasst haben, während in der „Pneumatica“ die Luft- und Wasserkünste behandelt werden. Nach Rühlmanns Ansicht erwarb sich Pappus (390 n. Chr.) um die Lehre vom Schwerpunkt besondere Verdienste. Während Archimedes nur die Schwerpunkte ebener Flächen bestimmte, vermochte Pappus den Schwerpunkt von Körpern zu finden.

Von den Römern sind eigentlich nur die Namen zweier Männer anzuführen, die zur Förderung der Mechanik durch ihre Schriften beitrugen, Vitruv und Sextus Frontinus. Die Lehren Vitruvs über eine Reihe von technischen Dingen sind in den vorangegangenen Kapiteln bereits angeführt worden. Was speciell dessen Anschauungen über die Wirkungsweise der bei den Baukonstruktionen zu berücksichtigenden Kräfte anbetrifft, so dürften an dieser Stelle aus seinen Büchern noch die folgenden Sätze zu verzeichnen sein.

Wenn es auch selbstverständlich Vitruv nicht möglich war, etwas Genaueres über die Grösse der auftretenden Kräfte bei den verschiedenen Konstruktionen zu sagen, so ist es doch von hohem Interesse, seine aus der Praxis gewonnenen Anschauungen über die Wirkung des Erdschubes etc. kennen zu

lernen. Bei der Herstellung unterirdischer Gewölbe räth er deren Grund noch stärker als die darauf zu stehen kommenden Mauern anzulegen und die oberen Wände, Pfeiler und Säulen senkrecht zu stellen, damit sie insgesammt auf das Mittel des Massivs treffen. Bei Gebäuden, in welchen über Pfeilern Bogen aus keilförmigen Steinen geschlossen werden, sind nach seinen Lehren die äussersten Pfeiler stärker anzulegen, damit sie Kraft zum Widerstande haben, denn wenn die Eckpfeiler von beträchtlicher Stärke sind, so vermögen sie die Spannung des Bogens auszuhalten und dem Gebäude Festigkeit zu verleihen. Die allergrösste Sorgfalt ist nach Vitruvs Anschauung auf den Grundbau zu verwenden, weil dabei die Erdmasse zu unendlichem Ungemache Anlass zu geben pflege, indem diese nicht immer von demselben Gewicht wie im Sommer sein kann, sondern zur Winterszeit durch die Menge des eingezogenen Wassers an Gewicht und Grösse zunimmt und alsdann das sie einschliessende Mauerwerk sprengt und auseinander treibt. Diesem Ungemach vorzubeugen, muss die Dicke des Mauerwerks im Verhältniss zur Grösse der Erdmasse bestimmt werden. Von aussen müssen deshalb Strebepfeiler oder Gegenstützen angelegt werden, die soweit von einander abstehen können als der Grundbau hoch werden soll, aber mit dem Grundbaue gleiche Stärke haben müssen. Unterwärts muss man sie, um so viel als die bestimmte Dicke des Grundbaues beträgt, hervortreten lassen, dann aber sind sie nach und nach einzuziehen, bis sie oberwärts gerade noch so weit hervorspringen, als die Dicke des Werkes beträgt. Vitruv fährt dann fort: „Ueberdies müssen von innen gegen das Erdwerk gleichsam Zähne in Verbindung mit der Mauer sägeförmig aufgeführt werden, sodass jeder Zahn so weit aus der Mauer hervorragt, als des Grundbaues Höhe betragen soll und so dick ist als die Mauer. Endlich an den äussersten Ecken gehe man von dem inneren Winkel aus, und mache zu seinen beiden Seiten, in der Entfernung der Höhe des Grundbaues ein Merkmal; und ziehe von dem einen zu dem anderen dieser Merkmale in der Diagonallinie eine Mauer, welche wieder durch eine andere vom Mittel aus mit dem Winkel zu verbinden ist. Also werden die Zähne nebst den Diagonalmauern die Erdmasse nicht mit der ganzen Gewalt gegen die Mauer drücken lassen, sondern durch Widerstand des Druckes Kraft schwächen und dadurch die Mauer verstärken."

Ueber die Bewegung und die Kraft der Heb- und Ziehmaschinen sagt Vitruv, dass diese durch Verbindung zweier ganz von einander verschiedener und ungleichartiger Dinge erzeugt werden. Eines ist die gerade Linie und das Andere die Zirkellinie: „Es vermag in der That weder ohne Zirkellinie eine geradlinige Bewegung, noch ohne gerade Linie eine Kreisbewegung irgend eine Last aufzuheben." Um diesen Satz zu erläutern, giebt er folgende Beispiele: „Man steckt als Bewegungspunkte Achsen oder Bolzen durch die Rollen und setzt sie in den Kloben ein; und ein rings um diese Rollen geschlagenes Seil, welches man gerade nach dem Haspel hinzieht und da befestigt, macht,

dass die Last in die Höhe geht, indem der Haspel vermittelst der Hebebäume umgetrieben wird. Des Haspels äusserste Enden liegen gleichfalls als Bewegungspunkte grade in den Zapfenlagern; grade stecken auch die Hebebäume in diesen Löchern, aber im Kreise werden die Enden, wie Dreheisen herumgetrieben, und also bewirken sie die Aufhebung der Last. Eine gleiche Bewandtniss hat es mit dem eisernen Hebel. Indem man ihm zum Bewegungs- oder Ruhepunkte eine grade Unterlage giebt, welche bei den Griechen Hypomochlion heisst, und dessen Zunge unter die Last schiebt, dessen Kopf aber nur durch die Kraft eines einzelnen Mannes niederdrücken lässt, hebt man mit Hülfe dieses Hebels eine Last empor, welche eine Menge Hände nicht zu bewegen im Stande sind. Der Grund hiervon ist, weil der untere Hebeltheil, welcher unter der Last steckt, nicht so weit von der Unterlage, d. h., von dem Ruhepunkt absteht, als der Kopf oder der lange Theil des Hebels: wenn daher der Hebel an Letzterem im Kreise bewegt wird, so zwingt er vermittelst des Druckes eine sehr grosse Last mit der Kraft weniger Hände im Gleichgewicht zu stehen. Ist ferner des eisernen Hebels Zunge unter die Last geschoben und dessen Kopf wird, anstatt niederwärts, in entgegengesetzte Richtung, aufwärts gedrückt, so gilt der gegen den Erdboden sich stützenden Zunge der Erdboden für die Last, die Kante der Last aber für die Unterlage, auf solche Weise bändigt dann der Hebel, ob er gleich aufwärts gedrückt wird, dennoch der Last Gewicht, wiewohl bei weitem nicht so leicht, als wenn er niederwärts gedrückt wird. Wenn hingegen die unter der Last befindliche Zunge des Hebels zu weit über die Unterlage hinüberreicht, so dass des Kopfes Abstand von dem Ruhepunkt geringer ist, so vermag der Hebel nicht die Last aufzuheben, weil nach obiger Anleitung dieses nur dann möglich ist, wenn sich die Abwage beim Hebel so verhält, dass der Abstand dessen Kopfes vom Ruhepunkte lang, der Abstand der Last aber kurz ist.

Alle diese Sätze lassen sich vermittelst derjenigen Wage, welche Schnellwage heisst, erweisen. Nämlich da die Schere zunächst dem Ende, woran die Schale hängt, als Ruhepunkt angebracht ist, das Gegengewicht aber, am längeren Arme des Wagbalkens von einem zum andern Punkte verschoben werden kann, und je weiter es vom Ruhepunkt entfernt wird, desto mehr Moment erhält, so dass es, wenn es ganz an das äusserste Ende gerückt wird, selbst einer ihm ganz ungleichen Last das Gleichgewicht halten kann. So kann ebenfalls, vermöge des durch ihre weite Abwage vom Ruhepunkte erhaltenen Moments eine äusserst geringe Kraft eine weit grössere Kraft sanft und allmählich von unten sich empor zu heben zwingen."

Als weitere Beispiele führt Vitruv den Steuermann an, die Ruder, die Lastträger, die Zugthiere. Sind die Letzteren ungleich an Kräften, so hilft man dem Schwächeren dadurch, dass man den Jochriemen verschiebt, und so dessen Antheil des Joches verlängert. Vitruv schliesst diese Betrachtung mit den folgenden Worten: „Und so beruht nicht allein bei den angeführten Beispielen

alle Bewegung und Wirkung auf dem Verhältnisse der graden und der Zirkellinie zum Ruhepunkte, sondern auch Karren, Wagen, Schöpfräder, Räder, Schnecken, Skorpionen, Ballisten, Pressen können nicht anders, als vermittelst dieses Verbältnisses der graden und der Zirkellinie zum Ruhepunkt in Bewegung gesetzt werden und ihre beabsichtigte Wirkung hervorbringen."

Ueber die Wirksamkeit des Frontinus ist bereits im sechsten Kapitel berichtet und sind daselbst auch seine Anschauungen über die Bewegung des Wassers etc. wiedergegeben worden. Nach denselben erscheint die Annahme, dass die Römer die Bewegung des Wassers nicht richtig erkannt und zu beurtheilen vermocht haben, berechtigt, auch Rühlmann war es zweifellos, dass Frontinus ein bestimmtes Gesetz über die Abhängigkeit von Durchmesser und Druckhöhe nicht gekannt habe und nicht habe kennen können, weil ihm die Gesetze des freien Falls der Körper fremd waren.

Was die Anfertigung der Zeichnungen anbetrifft, so erfolgte diese auf Pergament, Papyrus, Holzplatten und Wachstafeln. Manche Zeichnungen wurden in Stein eingegraben. Die Benutzung der Werkzeichen ist zwar bisher nicht für bestimmte Bauten der Ingenieurtechnik erwähnt, doch kann wohl mit Sicherheit angenommen werden, dass bei den grösseren Bauobjekten dieses System ebenfalls zur Anwendung kam und dass den Bauausführungen detaillirt ausgearbeitete Zeichnungen zu Grunde lagen. Da die Römer, wie die diesbezüglichen Funde beweisen, Ausziehfedern kannten, so kann wohl angenommen werden, dass die antiken Ingenieure und Architekten sich dieses Hülfsmittels bereits bedient haben. Wie aus Abb. 261 ersichtlich ist, geschah die Stellung der Feder nach Aufnahme der zeichnenden Flüssigkeit durch Verschieben eines kleinen viereckigen Ringes.



Abb. 261.
Römische Ausziehfeder.

2. Stellung der Ingenieure.

Noch schwieriger als es bei der Dürftigkeit der Nachrichten ist, ein zutreffendes Bild über die Ausbildungsweise der Ingenieure zu gewinnen, ist es, Klarheit darüber zu erlangen, welche Stellung die Vertreter der Ingenieurtechnik in den verschiedenen Zeiträumen und bei den einzelnen Völkern einnahmen. So viel scheint sicher, dass das Ansehen der Baukünstler bei den verschiedenen Völkern ein sehr ungleiches war. Bei einer grösseren Anzahl von Völkern dürfte der Stand der Architekten und somit der Ingenieure zu den Freien gehört haben. Die Geschichte der Babylonier und Assyrer berichtet, wie namentlich das zweite Kapitel hat erkennen lassen, lediglich, unter

welchen Herrschern die bedeutenden technischen Anlagen zur Aufführung kamen, und in den zahlreichen überkommenen und bereits entzifferten Inschriften aus den verschiedensten Zeitepochen nehmen die Herrscher die Schaffung der Bauwerke ausschliesslich als ihr Verdienst in Anspruch. Hiernach kann mit Sicherheit geschlossen werden, dass die Stellung der Baumeister keine besonders hervorragende und günstige war, und dies erscheint auch den in diesen Ländern herrschend gewesenen Verhältnissen durchaus entsprechend. Dabei kann immerhin angenommen werden, dass das öffentliche Bauwesen genau organisirt war. Hierfür spricht die Erwähnung des „Oberaufsehers über die Kanalbauten (gû-inna)“ unter Assurbanipal, doch muss es dahin gestellt bleiben, ob dieser hochgestellte und angesehene Beamte ein Ingenieur war oder nicht.

Ein vollständig anderes Bild bietet in dieser Beziehung Aegypten. Die Grabstätten dieses Volkes, denen so manche werthvolle Uebermittlungen aus längst vergangenen Jahrtausenden zu danken sind, berichten auch die Namen Hunderter von Angehörigen der Baukunst. Mena, der erste Pharaone (4400 v. Chr. nach Brugsch-Bey) erliess an kundige Herren aus dem Geschlechte der Edlen den Befehl, sich der Bauten und allerlei Arbeiten in Stein zu befleissigen, sodass demgemäss schon in den ältesten Zeiten die Baukunst sich hohen Ansehens erfreut haben muss. Nach Brugsch waren im memphitischen Reiche die Baumeister des Königs (merket) nicht selten Prinzen von Geblüt, die nach den Grabinschriften mit Töchtern oder Enkelinnen von Pharaonen verheirathet waren. Der Titel „Baumeister des Königs“ brachte eine schwere Verantwortlichkeit, aber auch hohes Ansehen und grossen Einfluss mit sich. Die Bezeichnung „Chef aller Bauarbeiten des Königs“ findet sich häufiger. Für das Bauwesen war ein eigener Verwaltungszweig geschaffen, es gab einen Generalintendanten des Bauwesens. Den einzelnen Bezirken scheinen Baumeister zugewiesen worden zu sein, so besass z. B. Theben seinen Bezirksbaumeister. Da die Baukunst als die hervorragendste Kunst geachtet wurde, so darf man annehmen, dass alle Zweige derselben Ansehen genossen. Die Baumeister gingen ursprünglich aus der Priesterkaste hervor und auch von den Kanalbaumeistern, deren Schutzgott Horus war, kann ein Gleiches vorausgesetzt werden. Die Annahme eines engeren Zusammenhanges zwischen den Priestern und den Ingenieuren stützt sich nicht am wenigsten darauf, dass erstere es verstanden hatten, die landwirthschaftliche Thätigkeit, die in Aegypten in so hohem Mafse von der Ingenieurtechnik abhängig war und ist, mit dem Mythos der Götter in Einklang zu bringen.

Wenn auch für China bis jetzt eingehendere Mittheilungen über eine grössere Anzahl mit dem Bauwesen in Verbindung gewesener Personen mangeln, so lassen doch die wenigen Nachrichten erkennen, dass diesem Zweige seitens des Staates grosse Beachtung zugewandt worden sein muss. Die grossen Verdienste eines Yü um die Sicherung des Landes gegen die zerstörenden Wirkungen des

Wassers erwarben demselben nach den chinesischen Annalen das Anrecht auf den Thron, wobei es in dieser Beziehung ziemlich gleichgültig ist, ob Yü eine historische Person ist oder nicht. Die Frage nach der Stellung der Ingenieure vermögen allerdings die spärlichen Mittheilungen nicht zu beantworten.

Die Ueberbringung der Ingenieurkenntnisse durch Brahmanen nach Ceylon weist darauf hin, dass in Indien die Priester die Träger dieser Kenntnisse gewesen sein dürften. Ueber diese Vermuthung hinaus reicht jedoch unsere Wissenschaft zur Zeit leider nicht. Völlige Dunkelheit herrscht über die hier in Betracht kommenden Verhältnisse in Turkestan, Persien, Syrien und Arabien. Zur Zeit der Sassaniden gab es in Persien einen Minister der öffentlichen Arbeiten, aber bisher giebt keine Nachricht Kunde davon, in welcher Weise das Bauwesen im einzelnen geregelt war. Vielleicht darf für Syrien, da in dessen Götterkultus das Wasser eine hervorragende Rolle spielte, ein gewisser Zusammenhang zwischen den Priestern und den Ingenieuren angenommen werden, wie solches für Kleinasien, für den Priesterstaat von Ephesus nachweisbar ist, woselbst die Priester die wasserbautechnischen Werke entwarfen und deren Bauausführung leiteten.

Bei unserer verhältnissmässig genauen Kenntniss der Griechen und Römer kann es nicht überraschen, dass wir bereits etwas tiefer in die Verhältnisse des griechischen und römischen Bauwesens eingedrungen sind. Nichtsdestoweniger muss bekannt werden, dass hinsichtlich der Stellung der Ingenieure, sowohl bei den Griechen wie bei den Römern, noch manche Unklarheit besteht, und manche Frage in dieser Beziehung ihrer Beantwortung harrt.

Aus dem engen Zusammenhange des Wegebaues mit den hervorragendsten Heiligthümern Griechenlands kann auf eine engere Verbindung der Ingenieure und Priester geschlossen werden. Curtius betrachtet die Tempel geradezu als die Schulen für die Baukunst. Für Rom ist für die frühesten Zeiten dieser enge Zusammenhang ebenfalls nicht unwahrscheinlich. Man stützt sich bei dieser Annahme namentlich auf die Bezeichnung Pontifex maximus (s. hierüber S. 280).

In Griechenland waren für die Bauanlagen, wie Mauerbau, Strassenbau, die Werften, den Schiffsbau, besondere Behörden eingesetzt, die theils für ein ganzes Jahr, theils als Kommissionen für kürzere Zeit ernannt wurden. Diese Behörden hatten besondere, von den Schatzmeistern der Verwaltung abhängige Kassirer. Die Abrechnungen der Behörden wurden, damit sie die grösste Oeffentlichkeit erlangten, wie die Volksbeschlüsse in Stein eingegraben. Was die Kosten der bedeutendsten öffentlichen Bauwerke in Athen und dessen Hafenstadt Piraeus anbetrifft, so konnten beispielsweise der Markt, das Theater, die Heiligthümer, und andere Bauten in Athen u. s. w., nur unter Heranziehung des aus Tributen gebildeten Schatzes zur Ausführung kommen. Für alle diese Arbeiten, wie auch für die Strassenbauten waren theils beständige, theils auf Zeit ernannte Behörden bestellt. Jeder einzelnen Bauunternehmung standen

Epistaten vor. Die Strassenpolizei lag in den Händen der Astynomen, von welchen fünf in Athen, fünf im Piraeus thätig waren. Dieselben hatten ausserdem für die Reinigungsarbeiten Sorge zu tragen.

Die Ausführung der Arbeiten wurde in der Regel, wie solches auch in Rom der Fall war, Unternehmern übertragen. So baute unter Perikles der Architekt Kallicrates als Unternehmer einen Theil der langen Mauern von Athen. Die Leistungen wurden bei der Uebertragung genau bestimmt, grössere Arbeiten wurden in einzelne Loose getheilt. So wurde die Herstellung der langen Mauern in zehn Loose an einzelne Unternehmer vergeben. Die Oberaufsicht führten staatliche Baumeister, die den Epistaten beigegeben waren. Nach dem Inhalt der aufgefundenen Inschrift an den langen Mauern waren jene durch Cheirotonie (Abstimmung durch Aufhebung der Hände) vom Volke erwählt worden und Böckh nimmt an, dass dieses allgemein der Fall gewesen sein wird. Die Unternehmer waren gewöhnlich Baumeister, d. h. Sachkundige. Die Verdingung geschah durch die Poleten (Verpächter der Staatsgefälle) in Verbindung mit dem Vorsteher der Verwaltung und jedenfalls wohl unter Mitwirkung der Bauvorsteher. Bisweilen lieferte der Staat einen Theil der Materialien. Auch Arbeiten in Regie kamen vor, wie auch einzelne kleinere Stücke an Künstler und Handwerker in Akkord vergeben oder durch diese im Tagelohn hergestellt wurden.

Vor der Abnahme fand eine genaue Prüfung der Arbeiten durch eigens hierzu bestimmte Männer statt. Die für die Bauwerke aufzuwendenden Summen waren, wie dieses in den Verhältnissen lag, sehr unbestimmt. Wenn die Herstellung nicht eilte, dürfte nur der Ueberschuss der Einkünfte hierfür Verwendung gefunden haben. So wurde beispielsweise nach einem aufgefundenen Volksbeschluss in dieser Weise hinsichtlich der Werften verfahren. Für den Bau des Seezeughauses wurde eine Vermögensteuer auferlegt.

Ein Theil der Baumeister wurde von dem Staate bezahlt, jedenfalls die von auswärts berufenen, manche scheinen in Tagelohn gestanden zu haben. In den Baurechnungen des Poliastempels, der zum Theil in Regie erbaut wurde, ist der Lohn für den Architekten und den Unterschreiber tageweise in Ausgabe gestellt. Die Vorsteher der Baubehörden waren nach dem Vorstehenden im allgemeinen wohl keine Architekten oder Ingenieure, sondern wurden anderen Kreisen entnommen. So war Demosthenes um die Zeit der Schlacht von Chaeronea Vorsteher des Mauerbaues. Dieses Amt war ihm durch besondere Wahl neben dem Theorikenamt übertragen worden. (Die Vorsteher des Theorikon hatten für Feste und Spiele etc. Sorge zu tragen.)

Eine Anzahl berühmter griechischer Seestädte, genannt seien Rhodus, Cyzicus, Massilia, unterhielten besondere Baumeister, denen die Leitung und Aufsicht über die Hafenbauten, die Zeughäuser etc. übertragen war. Die Bezahlung dieser Baumeister erfolgte seitens der betreffenden Staaten.

Um über die Verhältnisse der römischen Ingenieure in öffentlicher Stellung einigermassen Klarheit zu erlangen, ist es erforderlich, auf die allgemeine Ordnung der römischen Verwaltung etwas näher einzugehen, wenigstens soweit sie mit dem Bauwesen in Zusammenhang stand. Den nachstehenden Ausführungen liegen zum grössten Theil die eingehenden Studien Mommsens über das römische Staatsrecht zu Grunde.

Die Reihenfolge der römischen Staatsämter nach ihrer Rangstufe war die nachstehende:

Konsulat,
Reiterführeramt,
Prätur,
Censur,
Aedilität,
Quästur.

Die Censur gelangte allmählich zu solcher Bedeutung, dass sie faktisch seit der Mitte des 6. Jahrhunderts das höchste republikanische Amt war. Sie wurde regelmässig nach dem Konsulat verwaltet.

Bis zur Einführung der Censur konnte der Konsul kraft seiner censorischen Kompetenz die Gemeinde vermögensrechtlich verpflichten, zum Beispiel jeden beliebigen Bau verdingen und kraft seiner anderweitigen Befugnisse das dafür erforderliche Geld auf das Aerarium anweisen. Seit Einführung der Censur konnte kein Magistrat, ausser dem Konsul, Geld ohne vorherige Einwilligung des Senats aus dem Aerarium nehmen.

Dem Censor unterstand ursprünglich die gesammte Verwaltung des Gemeindehaushalts. Derselbe verdingte die öffentlichen Bauten und zwar sowohl Tempelbauten wie Strassenanlagen. Erst in der Zeit der späteren Republik führte die Entwicklung des Municipalwesens dahin, dass jede Gemeinde die Bauten ausführen durfte, die sie bezahlen konnte und wollte. Von besonderer Wichtigkeit war die Zweckbestimmung des Wassers der öffentlichen Wasserleitungen. Das Wasser gehörte, soweit es an Private verkauft wurde, zu den nutzbaren Rechten der Gemeinde. In der früheren Zeit wurde dasselbe zum grösseren Theil in Rom für den eigenen Gebrauch der Gemeinde reservirt und bloss das aus den Bassins überströmende Wasser wurde verkauft und zwar auch nur zu Badezwecken und für Walkereien. Der Censor vertheilte das Wasser unter die verschiedenen Brunnen und unter die sonst des Wassers bedürftigen Anlagen. Bei dieser Thätigkeit wurde er von den Aedilen unterstützt, deren Funktionen mit der censorischen Aufsicht zeitweise konkurrirten. Die censorische Bauthätigkeit bezog sich ferner sowohl auf die Instandhaltung der bestehenden Bauten, als auch auf die Errichtung neuer Gebäude, während wohl ursprünglich die Fürsorge für die Häuser der Götter die Hauptsache der censorischen Thätigkeit gebildet hat. Der Kreis der Verpflichtungen des Censors nahm nach dieser Richtung hin im Laufe der Zeit einen ausserordentlichen

Umfang an, und diesem wachsenden Geschäftskreise gegenüber vermochten die Censoren nicht allen ihren Pflichten nachzukommen. Namentlich für die Instandhaltung der öffentlichen Baulichkeiten scheint während der Republik ausserordentlich wenig geschehen zu sein nnd zwar erklärlicher Weise in den Provinzen noch weniger als in Rom. Am stetigsten hat sich das Interesse der Censoren noch der Instandhaltung der Wasserleitungen Roms zugewandt. Die Pflichten, welche den Censoren auf dem Gebiete des öffentlichen Bauwesens oblagen, umfassten somit die Instandhaltung der Gebäude, der Wasserleitungen, der Land- und Wasserstrassen sowohl in Rom wie auch, soweit der Boden im Eigenthum Roms stand, in Italien und in den Provinzen. Von der Instandhaltung der Bauten war nach der römischen Geschäftsbehandlung das Recht, Neubauten ausführen zu lassen, nicht zu trennen.

Die Beträge für die öffentlichen Bauten wurden den Censoren bei dem Beginn ihres Amtes bewilligt. Diese Summen bildeten zu Polybius Zeit die Hauptausgabe des Staates. Die öffentlichen Bauten wurden im allgemeinen durch die Censoren, in besonderen Fällen, so zum Beispiel die viae consulares und praetoriae durch andere Behörden, auf Rechnung des Staates ausgeführt. War der Stand der Kassen ein guter, so wurde wohl auch die halbe oder ganze Jahreseinnahme aus sämmtlichen Vectigalien (d. h. die von dem im Staatsbesitz befindlichen Boden erzielten Abgaben) dem Bauetat überwiesen. Diese Mittel dienten zur Bestreitung der Kosten aller Reparaturbauten in Rom, wie: der Unterhaltung der Stadtmauern, Wasserleitungen, Kloaken, Tempel, Märkte, Portiken, Basiliken, Theater und der Einrichtungen der öffentlichen Spiele, ausserdem waren die nöthigen Neubauten, mit Ausnahme der anderweitig gestifteten Tempelbauten aus denselben zu bestreiten. In dem Ermessen des Censors stand es, ob er die Gelder, die ihm in der Regel wohl im Hinblick auf gewisse beabsichtigte Arbeiten, aber ohne bindende Zweckbestimmung überwiesen wurden, für Erhaltungsarbeiten oder für die Vermehrung der öffentlichen Gebäude verwenden wollte, und im letzteren Falle, welche Baulichkeiten in Verding gegeben wurden. Die meisten der bedeutenden unter der Republik, und namentlich in Rom, entstandenen Bauwerke, waren der Thätigkeit von Censoren zu verdanken: so von den Wasserleitungen aus der Zeit der Republik drei: Appia, Anio vetus und Tepula. Ebenso waren die ältesten und wichtigsten Chausseen (die appische und flaminische, sowie die aemilische in Etrurien) censorische Anlagen. In der Zeit der späteren Republik wurden jedoch die Chausseen in den Provinzen von den Konsuln erbaut und verwaltet. In Italien kamen überhaupt nur selten und in den Provinzen ausser den Wegebauten keinerlei censorische Bauten auf Kosten des römischen Staats zur Ausführung.

Die Abnahme der von dem Censor geschlossenen Instandhaltungsverträge erfolgte regelmässig durch seinen Nachfolger.

Nach römischer Auffassung stand den bauleitenden Beamten das Recht zu, den betreffenden öffentlichen Gebäuden ihren Namen beizulegen. Dieses

Recht ist vorzugsweise für die Censoren in Anwendung gekommen. Dem Censor stand die Judication u. a. in den nachstehenden Fällen zu:

1. Beseitigung des privaten Ueber- und Einbauens auf öffentlichem Grunde oder in öffentlichen Gebäuden,

2. Beseitigung jeder Störung der öffentlichen Wasserleitungen und Entscheidung jeder über den Wassergebrauch entstandenen Streitigkeit nach Mafsgabe der darüber erlassenen Gesetze,

3. bei der Abnahme der öffentlichen Bauten.

Mit dem Wachsthum des Staates dehnte sich, wie bereits erwähnt, der Geschäftskreis der Censoren auf die römischen Kolonien und Municipien aus. Dieses Zusammenwerfen der staatlichen und städtischen Administration erwies sich als ein grosser Fehler der republikanischen Verwaltung, und führte im letzten Jahrhundert des Freistaates zur Selbständigkeit der Municipien.

Der Staat sorgte in Wirklichkeit nur für die allgemeinen Verkehrsmittel, die Sorge für die Municipalbauten, sowie für die Vicinalwege nebst ihren Brücken wurde immer mehr den Gemeinden überlassen. Als im letzten Jahrhundert der Republik die Censur in Verfall gerieth, wurde die Verwaltung der Staatsbauten in Rom zum Theil den regelmässigen Magistraten übertragen.

Wie sich aus dem Vorangegangenen ergeben hat, konkurrirte die Thätigkeit der Aedilen in einzelnen Zweigen des Bauwesens mit derjenigen des Censors. Ursprünglich war die Zahl der Aedilen zwei. Im Jahre 368 v. Chr. traten zu den zwei Aedilen des Plebs (plebejische Aedilen) zwei der Gemeinde hinzu (kurulische Aedilen).

Cäsar vermehrte die Zahl der plebejischen Aedilen von zwei auf vier, sodass die Gesammtzahl sechs betrug. In republikanischer Zeit war es üblich, die Aedilität nach der Quästur und vor der Prätur zu bekleiden; späterhin wurde diese Reihenfolge gesetzlich festgelegt. Die plebejischen Aedilen standen zu keiner Zeit im Rang den kurulischen gleich. Den kurulischen Aedilen lag besonders die Pflicht ob, in jeder Strasse, in welcher öffentliches Wasser sprang, zwei in derselben wohnhafte oder hausbesitzende Männer mit der Beaufsichtigung des Brunnens zu beauftragen. Man glaubt (s. auch S. 459) annehmen zu können, dass den Aedilen auch die Kloaken unterstanden.

Die Aedilen übten allein die Aufsicht über die öffentlichen Strassen aus. Die Instandhaltung derselben ward von dem Grundherrn auf die Eigenthümer der anliegenden Privatgrundstücke abgewälzt, mit Ausnahme derjenigen Strassenstrecken, die an öffentliche Gebäude grenzten. Ihnen scheint von Anfang an die Aufsicht über die Frohnbauten übertragen worden zu sein. Ein Hauptgeschäft derselben dürfte ferner von jeher die Sorge für die Reinhaltung der Strassen gewesen sein, zu welchem Zwecke ihnen besondere Unterbeamte gegeben wurden. Dem Aedilen stand das Recht zu, alle Gegenstände, die auf offener Strasse sich befanden und den Verkehr hemmten, beseitigen zu lassen.

Die Zahl der Quästoren betrug ursprünglich zwei, im Jahre 423 v. Chr. erhielt jeder Konsul zwei Quästoren. Später stieg die Zahl auf acht, Sulla vermehrte die Anzahl der Quästoren auf zwanzig, Caesar auf vierzig, jedoch verminderte Augustus diese Zahl wieder auf zwanzig. Die Quästoren kommen hier lediglich insoweit in Betracht, als einer derselben in der letzten Zeit der Republik mit der Aufsicht der Wasserleitungen der Hauptstadt betraut gewesen zu sein scheint.

Die Inhaber der in dem Vorstehenden behandelten Aemter übten lediglich die Verwaltung aus, während die eigentliche Leitung der Bauarbeiten in den Händen einer grösseren Anzahl Aushülfsbeamten lag. Aus praktischen Gründen mussten diese Arbeiten, welche innerhalb der Kompetenz der ordentlichen Magistratur lagen, an ausserordentliche Magistrate abgegeben werden. Die Letzteren waren politisch bedeutungslos. Ueber diese Magistraturen sind die folgenden Nachrichten erhalten:

1. Wasserleitungsbauten. Die censorische Amtsfrist (3 Jahre) genügte für die Erbauung der grossen Aquädukte nicht, und so wurden sie auf exceptionellem Wege hergestellt. Der Erbauer der appischen Leitung machte seine Censur fünfjährig. Dem städtischen Prätor, der mit dem Bau der marcischen Wasserleitung beauftragt war, wurde sein Amt in völlig anormaler Weise prorogirt.

2. Wegebauten. Bei den Wegebauten war die Ueberschreitung der Amtsfrist der Magistrate praktisch deshalb weniger von Bedeutung, weil den ausserhalb der Stadt für den Wegebau thätigen Beamten, wenn es nicht Censoren waren, ihr Amt nach Belieben prorogirt werden konnte. Auf Grund eines nicht bekannten visellischen Gesetzes scheint eine eigene cura viarum bestanden zu haben, über deren Entstehung jedoch Nachrichten fehlen. Dieser Kuration geschieht in den nachstehend angeführten Fällen Erwähnung. Der Censor L. Metellus (117 v. Chr.) übertrug nach Vergebung der salarischen Strasse die Abnahme des in drei Sektionen verdungenen Baues auf drei verschiedene curatores viarum. C. Claudius Pulcher, Konsul 94, verwaltete zwischen Prätur und Konsulat eine curatio viarum. Die Abnahme eines Baues vollzog im Jahre 93 v. Chr. ein cur(ator) viar(um) e lege Visellia, der gleichzeitig zufällig Volkstribun war. L. Fabricius hat die nach ihm benannte Tiberbrücke im Jahre 62 v. Chr. als C. f. cur. viar. erbaut und abgenommen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das visellische Gesetz, wenigstens für die Abnahme solcher Bauten, deren locatores, d. h. Vergeber, bei Vollendung der Arbeit nicht mehr in Funktion waren, Bestimmungen getroffen hatte, vielleicht waren sogar für städtische Strassen- und Brückenbauten besondere Verordnungen gültig.

Ein Verdienst des Kaiserthums war es, die aus der Vereinigung der staatlichen und städtischen Verwaltung entsprungenen Missstände beseitigt zu haben.

Die Vernachlässigung des Bauwesens war eine der Ursachen, dass Augustus dasselbe übernahm und hierfür Specialbeamte ernannte. Für die Wasserleitungen, die Bauten, die Instandhaltung der Tiberufer und Kloaken, sowie für die von Rom ausgehenden Strassen wurden besondere Rechnungsämter eingesetzt.

Die Entwicklung des Principats vollzog sich nach Tacitus in der Weise, dass gesetzlich dem Magistrat oder dem Senat zustehende Rechte von jenem an sich gezogen wurden. Der Anfang wurde mit der Uebernahme der cura annonae, d. h. der für die Fürsorge des Getreidemarkts bestehenden Behörde, von Augustus gemacht, dann folgte die Uebernahme der Verwaltung der italischen Chausseen. Neun Jahre später (im Jahre 13 v. Chr.) schloss sich die Uebernahme der Aufsicht über die Wasserleitungen (cura aquarum) an und etwa um die gleiche Zeit diejenige der Leitung des gesammten hauptstädtischen Bauwesens (cura operum locorumque publicorum); die Kuration für die Instandhaltung der städtischen Gebäude ist vermuthlich in den späteren Jahren des Augustus entstanden. Diese verschiedenen Geschäftszweige wurden einer nach dem andern durch einen besonderen von den Komitien bestätigten Senatsbeschluss dem Kaiser unmittelbar übertragen. Die Cura für den Tiberfluss, mit welcher späterhin auch noch die Verwaltung der hauptstädtischen Kloaken verbunden war, wurde erst von Tiberius im Jahre 15 n. Chr. eingesetzt.

Die vier Kategorien von Kuratoren bildeten in ihrer Gesammtheit ein Kollegium, dessen Mitglieder jedoch sowohl im Range, wie auch hinsichtlich ihrer Kompetenzbefugnisse nicht gleich standen. Die Kuratoren der Strassen hatten jeder ihre Sonderkompetenz. Von den drei curatores aquarum hatte einer die Leitung der Verwaltung, die beiden andern waren seine Gehülfen und standen dem ersten im Range nach. Curatores operum gab es zwei mit gleicher Machtbefugniss. Die Zahl der Kuratoren des Tiberflusses und der Kloaken betrug 5, vermuthlich stand einer derselben an der Spitze. Seit Vespasian tritt in den Terminationssteinen nur einer auf. Die sämmtlichen genannten Kurationen besassen nicht das Hauptkriterium der römischen Magistratur, da sie wahrscheinlich ohne jede Zeitgrenze verliehen wurden, von derjenigen der Wasserleitung ist dieses wenigstens vollkommen zweifellos. Als Qualifikation für diese Kurationen wurde durchgängig der senatorische Rang und zwar mindestens die zweite Rangklasse, d. h. die Bekleidung der Prätur gefordert, doch wurden hinsichtlich der einzelnen Kurationen Unterschiede gemacht. Der Ranghöhe nach war die cura viae die niedrigste. Dieselbe wurde kurz nach der Prätur verwaltet und nur ausnahmsweise hatten Konsulare dieselbe inne. Am angesehensten waren die cura riparum und besonders die cura aquarum. Diese Posten wurden, wie es scheint, nur mit Konsularen besetzt und namentlich die cura aquarum wurde nur an Männer des höchsten Ansehens gegeben. Die Gehülfen der cura riparum und aquarum wurden zwar auch aus dem Senat genommen, jedoch stets aus einer niederen Rangklasse als derjenigen, welcher der Vorstand selbst angehörte. Die Kuratoren hatten das Recht, die

Praetexta zu tragen (d. h. die Toga mit purpurfarbiger Kante) und auf dem kurulischen Stuhl zu sitzen. Der Letztere bestand aus einem breiten, lehnlosen Sitz, der auf sägebockartig gestellten Beinen ruhte und anfangs aus Elfenbein, später aus Metall hergestellt wurde. Die Kuratoren hatten ferner Anspruch auf die gewöhnlichen magistratischen Apparitoren (Rathsdiener) und wenn sie ausserhalb der Stadt Rom thätig waren, gingen ihnen zwei Liktoren voraus. Unter ihrem Hülfspersonal befanden sich sowohl Männer von Ritterrang, wie auch kaiserliche Freigelassene.

Ueber die einzelnen Kurationen ist das Folgende anzuführen:

Die curatores viarum waren die ältesten der unter dem Principat eigens für Italien bestellten Beamten. Es erklärt sich dies daraus, dass bereits zur Zeit der Republik das Wegewesen im Gegensatz zu den übrigen Verwaltungszweigen, die den Municipalbehörden überlassen waren, speciell der censorisch-konsularischen Verwaltung vorbehalten worden war. Die gesammte dauernde Fürsorge für die von Rom auslaufenden Strassen ging, wie schon erwähnt, im Jahre 22 v. Chr. auf den Princeps über. Augustus hatte bereits gleich nach Uebernahme des Principats auf ausserordentlichem Wege eine Instandsetzung der Strassen bewirkt. Für jede Strasse wurde ein Einzelvorsteher (curator viae) bestellt. Die Letzteren müssen von den curatores viarum unterschieden werden, welche Beamte, nach Mommsen, für die nächste Umgebung Roms thätig waren. Für die kleineren Strassen wurden die Kuratoren aus dem Ritterstande genommen, so für die via Nomentana, einer Seitenstrasse der Salaria, für die Praenestina, einer Seitenstrasse der Latina und für andere. Für die Uebernahme der Kuratur einer Hauptstrasse, d. h. der von Rom bis an die Grenze Italiens sich erstreckenden Strassen, wurde der senatorische Rang und zwar die Bekleidung der Prätur gefordert.

Dem Kurator lag es ob, die Instandhaltung der ihm überwiesenen Strassen dem Herkommen gemäss zu verdingen und die kontraktgemässe Ausführung der verdungenen Arbeiten zu überwachen. Ausserdem stand demselben die Gestattung neuer Anlagen auf dem zu der öffentlichen Strasse gehörenden Boden, sowie die Beseitigung der unerlaubter Weise hergestellten Anlagen zu, d. h. vermuthlich also die Jurisdiktion in derartigen Fällen. Die Geldmittel zu den zu überwachenden Wegen gewährte das Aerarium, indem wahrscheinlich den Kuratoren, wie unter der Republik den Censoren, durch Senatsbeschluss ein bestimmter Kredit eröffnet wurde. Die Kaiser haben häufig zu den Kosten aus ihren Kassen Mittel zugeschossen, wie dieselben auch, wie im Kapitel „Strassenbau“ erwähnt wurde, andere Personen zu Zuschüssen veranlassten.

Die Kaiser griffen, unter der julisch-claudischen und der flavischen Dynastie nur in Einzelfällen, allmählich jedoch immer mehr in die Municipalverwaltung ein. Namentlich trugen zu diesem Eingreifen der Kaiser sehr viel die Missbräuche bei, welche sich bei dem Mangel jeder oberen Kontrolle in

die Selbstverwaltung der Gemeinwesen eingeschlichen hatten. Die Aufsichtsführung über das städtische Bauwesen wurde einem angesehenen Manne ritterlichen oder senatorischen Standes aus einer benachbarten Gemeinde vom Kaiser übertragen, welchem Beauftragten noch anderweitige Aufsichtsführungen (über das städtische Zinsbuch etc.) oblagen.

Von den curatores aedium sacrarum et operum locorumque publicorum, von welchen zwei vorhanden waren, führte der eine die Aufsicht über die öffentlichen Gebäude, der andere über die Tempel. Letzterer führte daher die besondere Benennung curator aedium sacrarum, ersterer die als curator operum locorumque publicorum. Diesen Beamten lag die Bestimmung der Benutzungsart des öffentlichen Bodens ob. Sie hatten Rechtsstörungen zu beseitigen und erforderlichen Falls den Nutzniessern den Grundzins aufzuerlegen. Dieselben besassen jedoch weder das Recht der Termination noch der Judikation, auch konnten sie nicht über das Grundeigenthum disponiren.

Der curator aquarum publicorum stand, wie schon bemerkt, höher im Range als die übrigen Kuratoren des öffentlichen Bauwesens. Derselbe besass censorische Befugnisse hinsichtlich der Wasserleitungen und hatte namentlich auch das Recht der Judikation. Zur unentgeltlichen Wasserabgabe an Private war er ebensowenig, wie der Censor, berechtigt. Dieses Recht hatte sich der Princeps vorbehalten. Die Verdingung der Instandhaltungsarbeiten der Wasserleitungen fiel durch die Schaffung eines eigenen Wasserleitungsgesindes ziemlich weg; nur grössere Arbeiten wurden in Akkord vergeben. Durch die Zuordnung eines procurator aquarum (zuerst von Claudius eingesetzt) trat eine Schmälerung der Befugnisse des Kurators ein. Der neu eingesetzte Beamte, der anfangs aus den Freigelassenen des Kaisers, später aus dem Ritterstande genommen wurde, scheint dem Kurator gegenüber eine kontrollirende Stellung eingenommen zu haben. Obgleich in Wirklichkeit drei curatores aquarum vorhanden waren, so wird dieses Amt häufig als Einzelverwaltung aufgefasst, weil die beiden anderen Kuratoren dem ersten im Rang nachstanden und nur seine Gehilfen waren. Aus dem 3. Jahrhundert findet sich ein procurator aquarum mit Ritterrang und einer Besoldung von 100000 Sesterzen (= 15000 Mark) verzeichnet.

Die curatores riparum et alvei Tiberis (so im ersten Jahrhundert genannt) oder wie sie sich seit Trajan nennen: curatores alvei et riparum Tiberis et cloacarum Urbis standen hinsichtlich der Kompetenzbefugnisse und des Ranges mit den curatores aquarum auf einer Stufe. Sie hatten das Recht der Termination und also auch die Judikation. In früheren Zeiten hatte die Feststellung der Grenzen des öffentlichen Bodens und so die Terminirung der Stadt Rom und des Tiberufers den Censoren obgelegen.

Nach Mommsen bildeten die Kuratoren des Tiberflusses und der Kloaken ein Quinquevirat. Zwei derselben scheinen, ähnlich wie solches bei der cura

aquarum der Fall war, als Vorstände fungirt zu haben, sodass jeder von ihnen an einem der beiden Ufer die Arbeiten leitete.

Nach Cantarelli gingen die Kuratoren des Tiberflusses aus der Untersuchungskommission hervor, die aus Anlass der Tiberüberschwemmung des Jahres 15 eingesetzt worden war, um die Ursachen der Ueberschwemmungen gründlich zu studiren und Abhülfevorschläge zu machen. Die Vorarbeiten wurden von Ateios Capito und L. Arruntius beschafft und letzterer übernahm später den Vorsitz in dem Kollegium, dem ausserdem vier Senatoren angehörten. Seit Vespasian wird nur ein Kurator genannt, sodass es den Anschein hat, als ob die fünf Mitglieder nicht mehr existirten. Es ist jedoch auch möglich, dass nur immer ein Name in den betreffenden Inschriften aufgeführt wurde und zwar der des Vorsitzenden. Seit dem Jahre 84 findet sich der Zusatz cloacarum. Zur Zeit Trajans wurde die Verwaltung des Tiberflusses und der Kloaken ganz und gar vereinigt. Cantarelli ist der Ansicht, dass nicht bekannt sei, wem in früheren Zeiten die Kanalisationsanlagen unterstanden haben.

Alle im Vorstehenden aufgeführten Verwaltungen befassten sich lediglich mit der Instandhaltung bestehender Anlagen. Hinsichtlich der Neubauten jeglicher Art hatten sich die Kaiser die eigene Leitung vorbehalten. Den bei diesen Bauten verwendeten Agenten fehlte der magistratische Charakter. Gewöhnlich benutzten die Kaiser zu diesem Geschäfte ihre Hausbedienten, kaiserliche Freigelassene, oder allenfalls Männer vom Ritterstande. Hierauf ist es zurückzuführen, dass auf den grossartigen Bauwerken, die unter den Kaisern in Rom und in Italien entstanden, kein anderer als der kaiserliche Name erscheint, und dass man von den meisten dieser Schöpfungen nicht weiss, wer sie eigentlich geschaffen hat.

Unter den Beamten der Statthalter werden als zu den zahlreichen Subalternbeamten gehörend die architecti erwähnt und zwar gehörten diese zu denjenigen Personen, welche Gehalt erhielten. Sie werden in den Zusammenstellungen mit haruspices, medici und interpretes aufgeführt.

Bei jedem römischen Heere befand sich ein organisirtes Corps von fabri, dem sowohl die Instandhaltung des Kriegsmaterials, als auch die des Belagerungs- und Vertheidigungsgeräthes oblag. Auch die Geschütze und Brücken hatte dieses Corps zu konstruiren, wie auch etwaige Minen zu legen. Der Befehlshaber stand unmittelbar unter dem Feldherrn und gehörte keiner Legion an. Bei dem Graben halfen die Legionssoldaten, die Anleitung wurde hierbei von den Technikern gegeben. Die Techniker hatten, seitdem die Truppen in festen Garnisonen lagen, nicht bloss für die Kriegszwecke Sorge zu tragen, sondern ihnen lag auch die Beschaffung der sonstigen Erfordernisse ob. Es gab einen Architekten, Wasserbaumeister (librator), Brunnenmeister, Röhrenmeister, einen Ingenieur für die Anlage der Gräben und einen Landmesser. In den Flottenstationen gab es ausserdem Schiffsbaumeister (naupegi).

Die Ausbeute aus der gegebenen Schilderung der Organisation des römischen Bauwesens ist leider für die Frage der Stellung der Ingenieure keine sehr grosse. Im allgemeinen scheinen die Ingenieure nur ausnahmsweise in die höchsten Aemter eingerückt zu sein. Zu diesen Ausnahmen gehörte Frontinus.

Bereits im Alterthum war es Sitte, aus Anlass der Vollendung bedeutender Bauwerke Einweihungsfeiern zu veranstalten. Die im Texte erwähnten Festlichkeiten bei Gelegenheit der Vollendung des Emissars des Fuciner Sees und der Hafenbauten von Caesarea sind Beispiele hierfür. Von Interesse dürfte es sein, mit einigen Worten der Feier der Grundsteinlegung bei dem Wiederaufbau des capitolinischen Tempels unter Vespasian (69—79 n. Chr.) zu gedenken, da die betreffenden Angaben die Art und Weise des Ceremoniels eines solchen Aktes in der römischen Kaiserzeit erkennen lassen.

Der ganze Bauplatz war bei dieser am 11. der Kalenden des Julius im Jahre 71 stattgefundenen Feier mit Kränzen und Bändern umzogen. Soldaten mit glückverkündenden Namen betraten ihn, glückbringende Zweige tragend. Dann besprengten die Vestalinnen mit einem Gefolge von Knahen und Mädchen, deren Väter und Mütter noch am Leben waren, die Stelle mit Wasser. Dieses Wasser war aus Quellen und Flüssen geschöpft. Der Pontifex, Plautius Aelianus, reinigte hierauf den Platz durch das Dreiopfer von Schwein, Widder und Stier, die Eingeweide über einen Rasenaltar ausbreitend. Dann richtete der Praetor, Helvidius Priscus, sein Gebet an Jupiter, Juno, Minerva und an andere Schutzgötter des Reiches, dass sie das Unternehmen beglücken, und ihre Wohnsitze, von menschlicher Frömmigkeit begonnen, durch ihren göttlichen Beistand wieder errichten möchten. Zugleich fasste er die Bänder, an denen der Grundstein befestigt war. Das Gleiche thaten die anderen Amtspersonen, die Priester, Senatoren und Ritter, und ein grosser Theil des Volkes, den gewaltigen Stein an besonderen Stricken freudig und angestrengt heranziehend, während die gesammelten Gaben in den Grundbau geworfen wurden. Die Gaben bestanden in Silber und Gold, und aus solchen Metallen, die noch keine Aenderung durch das Feuer erlitten hatten. Die Zeichendeuter hatten nämlich verboten, den Bau durch einen Stein, oder ein Geldstück, was schon anderweitig im Gebrauch war, zu beflecken.

Auch der feierliche erste Spatenstich geschah schon im Alterthum. So wird z. B. von Nero berichtet, dass dieser Kaiser zu den Durchbrechungsarbeiten auf der Landenge von Korinth selbst das Beispiel gab. Auf ein mit der Tuba gegebenes Zeichen begann Nero die Erde mit dem Spaten aufzugraben und trug alsdann den mit Erde gefüllten Korb auf der Schulter hinweg.

3. Berühmte Ingenieure.

Das Vorangegangene gewährt einen, wenn auch begrenzten Einblick in die socialen Verhältnisse der antiken Ingenieure und zeigt, dass die Ingenieure

nur in vereinzelten Fällen in wirklich leitender Stelle waren. Es erklärt sich hieraus, dass die Namen der von der Geschichte überlieferten Vertreter der Ingenieurtechnik nicht so zahlreich sind, wie nach ihrer Bedeutnng, anch für die antiken Verhältnisse, erwartet werden muss.

Die Frage, oh jene Männer, welche die Geschichte als Schöpfer einer Reihe grösserer nnd bedeutungsvoller Werke nennt, wie z. B. die Censoren Appius Claudius, Curius Dentatus, Flaccns Nobilior, Cestius nnd selbst ein Agrippa, in Wirklichkeit diesen Ruhm verdienen, ist schwer zu beantworten.

Dass unter dem Kaiserreich die Vorstände der Bauten meistens keine Fachleute gewesen sind, scheint ziemlich sicher zu sein. So hat heispielsweise aller Wahrscheinlichkeit nach ein procurator praefectus annonae nls Prokurator den Bau des flavischen Amphitheaters in Rom kraft kaiserlichen Mandats geleitet. Ein Günstling des Kaisers Claudius war es, in dessen Händen die oberste Leitung des Tunnelbaues des Fuciner Sees lag.

Die Wahrscheinlichkeit spricht sonach in hohem Mafse dafür, dass Männer in leitender Stellnng durchgängig eine technische Aushildung nicht hesassen, und dass diese, und selhst ein Agrippn, wohl nicht als die wirklichen Urheber nnd Gestalter der denselhen zugeschriehenen Bauten anzusehen sind. Das Verdienst dieser Männer, den Anstoss zu den betreffenden Werken gegeben und deren Ausführung in die Wege geleitet, ja in vielen Fällen ihre Entstehung überhanpt ermöglicht zu hahen, kann dagegen nicht hezweifelt werden. Gleichwie dem Bildhauer jedoch, selbst wenn er auf Bestellnng arbeitet, der Ruhm als Schöpfer seiner Gestalten verbleiht, so sollte auch hinsichtlich der Architekten und Ingenieure in gleicher Weise verfahren und nie vergessen werden, dass sie in Wirklichkeit an der Entstehung all' jener hier in Betracht kommenden Werke den wesentlichsten Antheil haben nnd daher wohl Anspruch darauf erheben können, ehenfalls ihren Namen mit ihren Schöpfungen dauernd verhunden zu sehen.

Brunn führt die Thatsache, dass die Geschichte in dieser Beziehung ungleich verfährt, darauf zurück, dass das persönliche Verhältniss zwischen dem Bauwerk und seinem Urheber ein weit weniger persönliches ist als solches von den Bildhauern und Malern gilt. Nach Brunn macht sich auch keineswegs der Mangel berühmter Namen allein bemerkbar, was fehlt, sind hauptsächlich Nachrichten über die Persönlichkeit und die künstlerische Eigenthümlichkeit der Meister, sowohl für sich betrachtet, als in ihrem Verhältniss zu Vorgängern Zeitgenossen nnd Nachfolgern.

Bei dem wiederholt hetonten engen Verhältniss zwischen den antiken Architekten und Ingenieuren, das in zahllosen und jedenfalls in den meisten Fällen auf die Vereinigung in einer Person hinauslief, hat das hinsichtlich der Architekten Gesagte auch mittelbar Geltung für die Ingenieure. So dürftig auch in mancher Beziehung die folgenden Mittheilungen sind, so dürfte es

immerhin ein gewisses Interesse besitzen, dieses Wenige über die alten Meister der Ingenieurtechnik zusammengestellt zu finden.

Die ältesten Namen von Vertretern des Bauwesens berichtet die Geschichte der Aegypter und Chinesen.

Von ägyptischen Baumeistern wird unter dem König Snephru „Heka" und unter dem König Teta „Hapu" angeführt. Auf der zu Ehren des Baumeisters Amenhotep unter Amenophis III. errichteten Säule befindet sich die Inschrift „Es erhob mich mein Herr zum Oberbaumeister". Als Oberbaumeister des Königs Usertesen I. wird Mentuhotep genannt.

Nach den chinesischen Annalen sind dem Ingenieur Pekoen (2300 v. Chr. und namentlich Yü bedeutende Werke der Ingenieurtechnik zu danken (siehe Seite 93), doch ist es in allen diesen Fällen nicht möglich, das Persönliche mit Gewissheit festzustellen. Auch die von den Griechen übermittelten Namen aus den ältesten Zeiten sind ein Produkt der Sagenbildung und die Namen Euryalos und Hyperbios, Thrason, Dädalos und Talus haben daher in Wirklichkeit kaum Werth.

Erst aus einer verhältnissmässig späten Zeit der griechischen Geschichte liegen greifbare Nachrichten über Baumeister vor. Die Reihe beginnt mit Theodoros dem Samier (etwa Ende des 7. Jahrh. v. Chr.), welcher hier insofern in Betracht kommt, als er die schwierige Fundirung des berühmten Tempels zu Ephesus ausführte. Nach Plinius wurde dieser Bau auf sumpfigem Boden errichtet, damit er weniger den Beschädigungen durch Erdbeben ausgesetzt war. Nach den Angaben des Theodoros wurde der Boden mit Holzbohlen und Schaffellen ausgefüttert. Auch die bedeutend später stattgefundene Verlegung des Gebälkes des Tempel-Neubaues ist für die Geschichte der Ingenieurtechnik von Interesse; die Art dieser Verlegung wird genau beschrieben. Aus Sandsäcken wurde eine schiefe Ebene gebildet, auf welcher die mächtigen Steinbalken bis über die Höhe der Säulen gezogen und in die richtige Lage gebracht wurden. Ein Theil der benutzten Sandsäcke wurde alsdann seines Inhalts entleert, sodass die Balken sich ganz allmählich auf die Säulenkapitäle auflegten.

Der erste Ingenieur von Fleisch und Blut, dessen Name in der griechischen Geschichte Erwähnung findet, ist Eupalinos von Megara, der Schöpfer der Wasserleitung zu Samos, welches Werk zur Zeit des Polykrates (540—523 v. Chr.) entstanden ist. Brunn schreibt bei Anführung dieses Namens das Folgende:

„Das Werk des Eupalinos dürfen wir nicht nach dem Mafsstabe unserer heutigen Technik messen, und auch in den späteren Zeiten des Alterthums würde es nicht als etwas so Ausserordentliches hervorgehoben worden sein, wie dieses Herodot gethan hat, so wie wir denn auch in der That bei keinem späteren Schriftsteller irgend eine Erwähnung davon finden. Seinen Ruhm verdient es indessen als das erste in seiner Art. Wenn sich nun hier, wo es sich weniger um künstlerische Schönheit, als um Ueberwindung technischer Schwierigkeiten han-

delte, der Name des Architekten im Gedächtniss der nächstfolgenden Geschlechter erhielt, so dürfen wir wohl daran erinnern, wie auch der Erfindungen des Chersiphron und Metagenes, vermöge deren sie die Säulen und das Gebälk aus den Steinbrüchen transportirten und das Gebälk in die richtige Lage brachten, mit besonderem Lobe gedacht wird. Wir erkennen daraus, dass wir es jetzt noch mit einer Zeit zu thun haben, welche es dem Künstler noch nicht gestattet, seine Aufmerksamkeit ausschliesslich der Ausbildung der künstlerischen Form zuzuwenden, sondern ihn zwingt, stets die Ausführbarkeit seiner Pläne ins Auge zu fassen und die ihr entgegenstehenden materiellen oder technischen Hindernisse aus dem Wege zu räumen."

Es dürfte ohne Weiteres einleuchten, dass die vorstehend wiedergegebene Anschauung den thatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht. Brunn trägt hierbei der doppelten Natur der antiken Baumeister nicht genug Rechnung. Die nicht künstlerische Wirksamkeit der Architekten ist zumeist diejenige, welche die Ausbildung der Ingenieurtechnik im Gefolge hatte. Die Doppelnatur vieler antiker Ingenieure, und nicht am wenigsten der bedeutendsten derselben, hat jedenfalls dazu beigetragen, dass der Charakter der Ingenieurtechnik als eines selbständigen Zweiges des Bauwesens und als eines auch bereits für die antike Menschheit hochbedeutsamen Theiles der Technik, nicht klar hervortrat. Dem Tunnel des Eupalinos kommt nicht der Charakter einer nebensächlichen, handwerksmässigen Leistung eines Architekten zu, sondern die Bedeutung dieses Werkes liegt darin, dass es zu den ältesten Bethätigungen eines damals in der Entwicklung begriffenen Zweiges der menschlichen Thätigkeit gehört, welcher sich in unserem Jahrhundert zu einer Wissenschaft erhoben hat. Die durchgeführte Arbeitstheilung, zu der nicht am wenigsten die erlangte Bedeutung und der Einfluss der Ingenieurtechnik beigetragen hat, ermöglicht es heute dem Architekten allerdings, der Ausbildung der künstlerischen Form sein Hauptaugenmerk zuwenden zu können.

Bei der eminenten Bedeutung der Kriegskunst erscheint es erklärlich, dass die Namen der Hersteller und Erfinder der Kriegsmaschinen, wie überhaupt die Namen der Kriegsingenieure oder Militärarchitekten nicht der Vergessenheit anheimfielen. Die Geschichte nennt eine grössere Anzahl dieser Männer, deren Namen im Nachstehenden mit aufgenommen sind. Dass diese Männer ebenfalls als Architekten bezeichnet werden, kann bei der generellen Bedeutung dieses Ausdruckes nicht überraschen.

Mandrokles aus Samos erbaute nach Herodot die Brücke für den Uebergang des Perserheeres über den Bosporus unter Darius (522—485 v. Chr.). Dem Hereion seiner Vaterstadt weihte er ein Gemälde, das diesen Uebergang darstellte.

Hippodamos von Milet. Ueber diesen Architekten, der durch die Ausbildung der Städtebaukunst für die Ingenieurtechnik eine hervorragende Bedeutung besitzt, sind bereits auf Seite 393—396 eingehendere Mittheilungen

gemacht worden, auf welche im allgemeinen verwiesen wird, und die hier nur eine Ergänzung finden sollen. Hippodamos, der Sohn des Eurykoon, war Sophist. Das diesen Philosophen eigenthümliche Bemühen, alle Verhältnisse des Lebens in bestimmte theoretische Formen zu bringen, hat Hippodamos auf seine architektonischen Bestrebungen übertragen. Brunn ist nach Hermann (der in einem Programm zum 20. August 1841 (Marburg) eine eingehende Schilderung des Hippodamos und seiner Bestrebungen geliefert hat) der Ansicht, dass der genannte Sophist sich weder um praktische Staatsgeschäfte (worüber er nach Aristoteles Angaben ebenfalls geschrieben hat) noch um die eigentliche praktische Technik des Bauwesens gekümmert hat. Aristophanes spielt in den „Vögeln" auf das System des Hippodamos, welcher den Entwurf eines Stadtplanes auf scharfgegliederte, geometrische Principien gründete, an.

Artemon von Klazomenae führte für Perikles (469—429 v. Chr.) Kriegsmaschinen aus.

Kallikrates war ebenfalls unter Perikles thätig. Er wird als Gehülfe des Iktinos, des Erbauers des Parthenon genannt und kommt hier besonders als Unternehmer eines Theiles des Baues der langen Mauern in Betracht. Kimon hatte bereits den Grundbau zu den Schenkeln beider Mauern legen und mehrere morastige Stellen mit Kies und grossen Werkstücken ausfüllen lassen.

Phaeax hat angeblich die Leitung der auf Veranlassung von Theron (489 bis 472 v. Chr.) nach seinem Siege über die Karthager bei Himera (480 v. Chr.) in Agrigent zur Ausführung gekommenen umfangreichen Bauten, darunter besonders auch Kloaken, in Händen gehabt.

Bubrand, Sohn des Megabazur, und Artachäes, Sohn des Artäus, beaufsichtigten unter Xerxes (486—465 v. Chr.) die Arbeiten zur Durchstechung des Berges Athos.

Archytas von Tarent, (400 v. Chr.) ein Freund des Plato, verfasste ein Werk über das Maschinenwesen im allgemeinen und gilt als der Verfasser des ältesten Werkes über Mechanik.

Polyidus aus Thessalien baute für Philipp von Macedonien (359—336 v. Chr.) Kriegsmaschinen.

Diades und Chaereas, Schüler des Polyidus bauten für Alexander den Grossen (336—323 v. Chr.) Kriegsmaschinen.

Die ausserordentlich vielseitige Thätigkeit Alexanders auch auf dem Gebiete des Bauwesens steht in Verbindung mit einigen hervorragenden Namen von Architekten resp. Ingenieuren. An erster Stelle ist Dinokrates zu nennen. Vitruv schreibt über denselben das Folgende:

„Als Alexander in der Eroberung der Welt begriffen war, reiste der Baukünstler Dinokrates im Vertrauen auf seine Entwürfe und Kunst, und in der Absicht, dem Könige bekannt zu werden, zur Armee. Er nahm von Hause Briefe von seinen Verwandten und Freunden an die vornehmsten Hofleute mit,

um sich dadurch desto leichter Zutritt zu verschaffen; wurde auch von diesen höflich aufgenommen, und bat sie, ihn je eher je lieber dem Alexander vorzustellen. Inzwischen, trotz ihres Versprechens zögerten sie dennoch in Erwartung eines günstigen Augenblicks. Dinokrates glaubte sich daher von ihnen verspottet, und suchte sich selbst zu helfen. Er war von grosser Statur, angenehmer Gesichtsbildung, schönem Wuchse, und hatte einen edlen Anstand. Auf diese Naturgaben sich verlassend, legte er seine Kleider im Gasthause ab, salbte sich den Körper mit Oel, umkränzte das Haupt mit Pappellaub, bedeckte die linke Schulter mit einer Löwenhaut, nahm in die rechte Hand eine Keule, und so stellte er sich dem Tribunale gegenüber auf, wo der König eben Recht sprach. Die Neuheit des Aufzugs machte, dass alles Volk sich sogleich nach ihm hinwandte. Hierdurch bemerkt ihn Alexander, lässt voller Verwunderung Platz machen, und ihn herzutreten und fragt ihn, wer er sei? „Ich bin, antwortete er, der Baukünstler Dinokrates aus Macedonien; ich bringe Dir Entwürfe und Zeichnungen, die Deines Ruhmes würdig sind. Ich habe den Berg Athos in Gestalt einer männlichen Bildsäule dargestellt, welche in der linken Hand eine grosse Stadt hält, in der rechten aber eine Schale, welche die Gewässer aller auf diesem Berge befindlichen Flüsse auffängt, um sie in das Meer zu giessen." Der Gedanke gefiel dem Alexander, und er erkundigte sich sofort, ob auch Ackerland genug umherliege, welches die Stadt hinlänglich mit Getreide versorgen könnte? Als er aber fand, dass sie bloss von der Zufuhr zu Wasser würde leben müssen, so sagte er: „Ich gestehe, Dinokrates, Dein Gedanke ist vortrefflich, und er gefällt mir. Allein, ich sehe ein, dass, wenn man an einem solchen Orte eine Pflanzstadt anlegte, man sich den Vorwurf des Mangels an Ueberlegung zuziehen würde. Denn, so wie ein neugeborenes Kind nicht ohne die Milch der Amme ernährt, noch zu höheren Stufen des Lebens aufgebracht werden kann, ebensowenig vermag auch eine Stadt ohne Ackerland und Ueberfluss an Feldfrüchten weder zu gedeihen noch volkreich zu werden, noch seine Einwohner zu erhalten. So sehr ich daher Deine Vorstellung billige, so sehr missbillige ich den Ort zur Ausführung derselben. Jedoch behalte ich Dich bei mir, um mich Deiner Hülfe sonst zu bedienen." Von nun an verliess Dinokrates den König nicht: auch nach Aegypten folgte er ihm. Hier bemerkte Alexander den von Natur sicheren Hafen mit dem herrlichen Stapel sammt den über ganz Aegypten verbreiteten Kornfeldern und den unsäglichen Vortheilen des ungeheuren Nilstromes und liess von ihm Alexandria nach seinem Namen anlegen".

Brunn weist darauf hin, dass sich die folgenden Schreibweisen des Namens finden:

Dinokrates bei Vitruv
Dinochares bei Plinius
Timochares bei Plinius
Cheirokrates bei Strabo

Stasikrates bei Plutarch
Hermokrates und
Diokles.

In den Händen von Dinokrates, dem Erbauer des neuen Tempels von Ephesus, lag die Leitung der Arbeiten bei der Gründung von Alexandria. Derselbe scheint hierbei durch Kleomenes unterstützt worden zu sein. Ob Letzterer jedoch thatsächlich als Techniker thätig gewesen ist, erscheint Brunn nicht mit absoluter Sicherheit dargethan, da er sonst als Beamter höheren Rangs und von Curtius als Chef der Finanzverwaltung von Afrika erwähnt wird.

Krates, ein Macedonier, ist aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls bei den Gründungsarbeiten von Alexandria thätig gewesen. Seine Arbeiten in dem Kopais-Seebecken geriethen, nachdem sie bereits theilweise von Erfolg gekrönt waren, durch die Streitigkeiten der umwohnenden Böoter ins Stocken. Krates wird besonders als Bergwerksingenieur erwähnt.

Xenaeos hatte die Leitung des Mauerbaues der von Seleucus erbauten Stadt Antiochia (Ende des 3. Jahrh. v. Chr.) in Händen. Später wurde die Stadt um das dreifache erweitert. (Von den ausserordentlich bedeutenden Festungsbauten von Antiochia giebt Cassas sehr anschauliche Abbildungen.)

Philon. Nach Vitruv hat Philon über sein Hauptwerk, das Arsenal im Piraeus, eine Schrift verfasst. Dieselbe ist jedoch verloren gegangen. Auf Seite 350 sind die Umstände angeführt, welchen wir eine nähere Kenntniss dieser bedeutenden Bauanlage verdanken. Philon war ein Zeitgenosse Alexanders. Der Bau erfolgte unter der Finanzverwaltung des Redners Lykurg. Man glaubt den genannten Künstler zu den berühmtesten griechischen Architekten rechnen zu können. Philon sprach über den Arsenalbau öffentlich im Theater und so vortrefflich, dass man ihn als einen ebenso grossen Redner wie Baumeister bewunderte.

Sostratus von Cnidus. Als das hervorragendste Werk desselben gilt der berühmte Leuchtthurm von Alexandria (Pharus). Dieser Baumeister wird als Sohn des Dexiphanes aus Cnidus bezeichnet. In seiner Vaterstadt erbaute er eine Halle, auf deren Decke ein Spaziergang angeordnet war. Ptolemaeus I. Soter (305—283 v. Chr.) soll dem Künstler gestattet haben, seinen Namen auf den Wunderbau des Leuchtthurmes zu setzen.

Epimachos von Athen verfertigte für Demetrius Poliorketes, König von Macedonien, die Helepolis, mit deren Hülfe Rhodus im Jahre 304 v. Chr. erobert werden sollte. Plutarch giebt die Mafse dieser Belagerungsmaschine wie folgt an: Höhe 99 Fuss, Breite 72 Fuss. Nach Diodorus hatte sie eine Höhe von 150 Fuss und eine Breite von 75 Fuss. Vitruv spricht von 125 Fuss Höhe und 60 Fuss Breite. Das von demselben angegebene Gewicht kommt dem von 125 tons gleich. Die Bewegung erfolgte auf Rädern und mit Hülfe einer grossen Anzahl Soldaten. Die Rhodier hatten kurz

vor der Belagerung den Stadtingenieur Diognetos eines gewissen aus Aradus zugewanderten Kallias wegen zurückgesetzt. Dieser vermochte jedoch mit seinen Hebezeugen der Helepolis gegenüber nichts auszurichten. Diognetos, der sich durch das ihm widerfahrene Verhalten der Rhodier tief verletzt fühlte, konnte erst durch die Bitten der von Priestern geleiteten freigeborenen Mädchen und Jünglinge bewogen werden, einzugreifen. Er leitete den Inhalt der Abzugskanäle gegen die Helepolis, die in dem entstehenden Schlamm einsank und nicht weiter bewegt werden konnte. Zum Danke dafür, dass Diognetus durch seinen Scharfsinn die Stadt gerettet hatte, überhäuften die Rhodier ihn mit Ehrenbezeugungen. Die Helepolis wurde in die Stadt geschafft und mit der Inschrift: „Diognetos dem Volke von der Beute zum Geschenk“ aufgestellt. Dieser hatte sich nämlich die Maschinen für seine Hülfeleistung als Eigenthum ausbedungen.

Archias aus Korinth baute unter Hiero II. (269—215 v. Chr.) das berühmte Prachtschiff, die „Syrakusia“, welches Hiero einem der Ptolemäer schenkte.

Archimedes (287—212 v. Chr.) wird von den Alten den berühmtesten Architekten resp. hier richtiger Ingenieuren zugezählt. Der Ruhm des Archimedes gründet sich auf die von demselben gemachten mechanischen Erfindungen. Ob ihm die Erfindung der Wasserschnecke zugeschrieben werden kann, ist sehr zweifelhaft. Mit der von ihm erfundenen Winde war es möglich, die Syrakusia leicht vom Stapel laufen zu lassen. Cantor spricht in dieser Beziehung nach Proklus von der Verwendung eines Flaschenzugs oder einer Spirale. Seinen Kriegsmaschinen wird in erster Linie der lange Widerstand der Stadt Syrakus zugeschrieben, bei deren endlicher Einnahme durch die Römer er seinen Tod fand.

Athenaeus lebte gleichzeitig mit Archimedes in Sicilien. Von demselben ist ein Buch über Kriegsmaschinen erhalten.

Heraklides aus Tarent wird die Erfindung der Belagerungsmaschine Sambyke oder Sambuka zugeschrieben. Derselbe war Kriegsbaumeister Philipps von Macedonien (178—168 v. Chr.). Durch seine Schlechtigkeit (er hatte früher bereits seine Vaterstadt verrathen) trug er zu dem Sturze des genannten Königs bei.

Ktesibios von Alexandria (150 v. Chr.) ist der Erfinder der durch Wasser getriebenen Uhrwerke und aller Wahrscheinlichkeit nach der Wassermühlen und Feuerspritzen. Von seinem berühmten Schüler

Heron von Alexandria (120 v. Chr.) sind Schriften erhalten geblieben. Das Werk „Ueber die Verfertigung der Automaten“ ist ganz auf uns gekommen. Heron ist der Erfinder des Heronsballs und der Aeolipile. Auf seine Bedeutung für die Ausbildung der angewandten Mathematik wird in der Schlussbetrachtung zurückgekommen werden.

Hermodorus aus Salamis leitete zur Zeit des Metellus Macedonicus den Bau der Tempel des Jupiter Stator und des Mars. Derselbe lebte um die

Mitte des 2. Jahrhunderts v. Chr. in Rom und kommt hier deshalb in Betracht, weil ihm der Bau der Navalien zugeschrieben wird. Mit Hermodorus schliesst zunächst die Reihe der griechischen, in Rom thätigen Baumeister ab. In der Folgezeit tritt nach dem Verlaufe mehrerer Jahrhunderte nur Apollodorus von Damaskus in den Vordergrund.

Andronikus aus Kyrrhos (150 v. Chr.) ist der Erbauer des Thurmes der Winde zu Athen. Das Gebäude diente als Windanzeiger und als Zeitmesser. Die Zeit wurde durch die Sonne und Wasser angezeigt. In Rom errichtete der Censor Scipio Nasica einen ebensolchen Zeitmesser etwa um dieselbe Zeit.

Betilienus (100 v. Chr.) wird als Erbauer der Wasserleitung von Alatri genannt, doch ist es fraglich, ob derselbe Techniker war, und sein Verdienst sich nicht lediglich auf die Spendung der Geldmittel beschränkte.

L. Coccejus Auctus erbaute den von Calpurnius dem Augustus geweihten Tempel zu Puteoli. Dieser Baumeister ist der Schöpfer des unter dem „Posilippo“ genannten Bergvorsprung bei Neapel hindurchgebrochenen Tunnels. Im Auftrage des Agrippa stellte Coccejus die unterirdische Verbindung zwischen dem Avernersee und Cumae her. Derselbe war ein Freigelassener des Architekten C. Postumius Pollio.

Balbus, ein Oberwegemeister, welcher unter Agrippa bei der Vermessung des ganzen römischen Reiches (37—20 v. Chr.) thätig gewesen zu sein scheint.

Ueber Vitruvius Pollio, Verfasser des vielgenannten Werkes „De architectura“ ist bereits auf Seite 38 das Nähere mitgetheilt.

Als Vorgänger Vitruvs auf dem litterarischen Gebiet sind zu nennen: Fufidius, P. Septumius und M. Terentius Varro. Vitruv erwähnt diese römischen Schriftsteller in seinem Werke, doch giebt er keine Einzelheiten an, so dass es unbestimmt bleibt, ob diese Autoren für die Ingenieurtechnik überhaupt in Betracht kommen.

Celer und Severus gelten als die Schöpfer der unsinnigen Bauanlagen Neros 54—68 n. Chr. Denselben wird auch das Projekt der Herstellung eines schiffbaren Kanals vom Avernersee bis zum Ausfluss des Tibers zugeschrieben.

Julius Frontinus (40—113 n. Chr.) gehört zu den hervorragendsten römischen Ingenieuren. Das Nähere über denselben siehe Seite 556.

Macrinus (65 n. Chr.) wird im Zusammenhang mit der Wasserleitung von Neapel genannt, doch ist es ungewiss, ob er Ingenieur war.

Hyginus lebte unter Trajan und verfasste wahrscheinlich im Jahre 103 n. Chr. ein grösseres feldmesserisches Werk.

Balbus, einer der Agrimensoren und Verfasser einer feldmesserischen Schrift unter Trajan.

Celsus. Ueber diesen Ingenieur ist leider bisher Genaueres nicht bekannt. Nach den Worten des Balbus war er eine erste Autorität des Ingenieurfaches. Es ist nach Cantor nicht ausgeschlossen, dass Celsus mit

einem gelehrten Juristen des gleichen Namens identisch ist, sodass hier ein interessanter Fall der Beherrschung beider Fächer in einem ungewöhnlichen Grade vorläge. Der Vorname des Juristen, von welchem Julianus eine bemerkenswerthe, durch ihn gestellte und gelöste Rechen- und Streitfrage berichtet, war Juventius. Derselbe lebte unter Trajan um das Jahr 100 n. Chr.

Apollodorus von Damaskus wird mit Recht zu den bedeutendsten Architekten des Alterthums gerechnet. Er entwickelte eine gleich hervorragende Thätigkeit auf dem Gebiete des Brückenbaues und ist der Schöpfer der Brücke Trajans über die Donau. Zu Trajans Lebzeiten soll er die Einreden Hadrians bei einer architektonischen Berathung mit den Worten abgewiesen haben: „Geh und male deine Kürbisse, denn hiervon verstehst du nichts". Sein scharfer und zutreffender Tadel des Entwurfs des Kaisers Hadrians zum Tempel der Venus und Roma zog ihm dessen Zorn in einem solchen Maſse zu, dass der Kaiser den Künstler hinrichten liess.

C. Julius Lacer baute, wie aus der betreffenden Inschrift hervorgeht, unter Trajan die berühmte Brücke über den Tajo bei Alcantara. Leider liegen über diesen zweifellos bedeutenden Baumeister keine eingehenden Mittheilungen vor.

Messius Rusticus soll unter Hadrian (117 — 138 n. Chr.) den pons Aelius 136 n. Chr. erbaut haben. Derselbe wird als curator alvei et riparum Tiberis et cloacarum urbis angeführt.

Auxentios wird in einer Inschrift des Aquädukts von Adana in Cilicien als dessen Erbauer gerühmt. Brunn glaubt als Zeit die spätere römische Kaiserzeit annehmen zu können, in welcher die metrischen Inschriften einen Begriff von dem Sinken der römischen Kunst geben, indem nicht selten die Wiederherstellung älterer Bauwerke als ein Beweis für hohe künstlerische Tüchtigkeit in überschwänglichen Worten gepriesen wird.

Nach Strzygowsky erfreuten sich zur Zeit Konstantins (306—337 n. Chr.) die Ingenieure der Provinzen in Afrika eines besonderen Rufes. Er glaubt dies daraus schliessen zu dürfen, dass der genannte Kaiser durch ein Gesetz vom Jahre 334 n. Chr. den Statthalter dieser Provinzen aufforderte, junge Kräfte zu ermuntern nach der neuen Residenz zu kommen, da hier Mangel an Baumeistern sei, Namen werden jedoch nicht genannt.

Ergebnisse des siebenten Kapitels.

Die Ergebnisse dieses Kapitels müssen als dürftig bezeichnet werden, da weder auf die Frage, in welcher Weise geschah die Ausbildung der antiken Ingenieure, noch auf jene, welche Stellung nahmen dieselben bei den verschiedenen Völkern und in den einzelnen Epochen ein, eine bündige klare Antwort ertheilt werden kann. Nur so viel scheint sicher zu sein, dass sich die Bau-

meister in ihrer Gesammtheit bei den Aegyptern des grössten Ansehens erfreuten, und dass nicht nur bei diesen, sondern auch bei einer grösseren Anzahl anderer Völker ein Zusammenhang zwischen den Priestern und den Vertretern der Ingenieurtechnik bestanden hat. Der weiteren Forschung muss es vorbehalten bleiben, nachzuweisen, wie sich dieses Verhältniss im Einzelnen gestaltet hat, namentlich wird zu untersuchen sein, inwieweit sich ein solcher Einfluss bei den Griechen und Römern geltend gemacht hat. Wohl bei allen Völkern hat es einzelne Ingenieure gegeben, denen ein hoher Ruhm zu Theil geworden ist. Das Bestreben muss darauf gerichtet bleiben, weitere Namen zu erkunden, um sie der verhältnissmässig geringen Zahl der bis jetzt bekannt gewordenen bedeutenden Ingenieure zuzufügen.

Da die heutige weitgehende Abhängigkeit der Ingenieurtechnik von wissenschaftlichen Lehren, in erster Linie von der Mechanik und Mathematik, im Alterthum noch nicht existirte und somit für die Vertreter dieses Faches die Kenntniss und Beherrschung dieser Disciplinen nicht wie heute ein Erforderniss war, so war die Mühe sich in der Ingenieurtechnik auszubilden eine weit geringere. Dieser Umstand verdient jedenfalls Beachtung, da er denjenigen Verwaltungsbeamten, welche eine technische Ausbildung nicht besassen, die Ausfüllung ihres Amtes wesentlich erleichtern musste und ihnen ein Eindringen in das technische Fach im Laufe der Zeit gestattete.

Litteratur-Nachweis zum siebenten Kapitel.

Mach, Die Mechanik in ihrer Entwicklung.
Poselger, Mechanische Probleme des Aristoteles (Abhandl. der Berliner Akademie der Wissenschaften 1831).
Rühlmann, Vorträge über die Geschichte der theoretischen Maschinenlehre.
Böckh, Die Staatshaushaltung der Athener.
Marquardt und Mommsen, Handbuch der römischen Alterthümer.
Perrot und Chipiez, Geschichte der Kunst im Alterthum. Aegypten, bearbeitet von Pietschmann.
Brunn, Geschichte der griechischen Künstler.
Hirt, Die Geschichte der Baukunst bei den Alten.
Cassas, Voyage pittoresque de la Syrie, de la Phoenicie, de la Palaestina et de la basse Aegypte.
Des Marcus Vitruvius Pollio Baukunst, übersetzt von Rode.
Cantarelli, La serie dei Curatores Tiberis (Bullettino della commissione archeologica communale di Roma. Serie quarta 1894).
— La serie dei Curatores operum publicorum (desgl. Serie terza 1889).
Sepp, Jerusalem und das heilige Land.
Strzygowsky und Dr. Forchheimer, Die byzantinischen Wasserbehälter von Konstantinopel (Beiträge zur Geschichte der byzantinischen Baukunst und zur Topographie von Konstantinopel).



Schlussbetrachtung.

Zum Schluss dürfte es angemessen sein, einen Rückblick auf die Gesammtleistungen der einzelnen Völker auf dem Gebiete der Ingenieurtechnik zu werfen, und hieran einen Vergleich der Thätigkeit der verschiedenen Völker untereinander anzuknüpfen. Diese Betrachtung wird sich allerdings nicht auf die einzelnen Perioden der Entwicklung erstrecken können, doch wird hierbei die Frage zu beantworten sein, in welchem Zeitraum und durch welches Volk erreichte die antike Ingenieurtechnik ihren Höhepunkt.

Ob die Frage, wo die Kultur ihren Ausgangspunkt nahm, einst eine bestimmte Beantwortung erfahren wird, ist heute noch nicht zu sagen. Sollte die Ansicht, dass dieser Ausgangspunkt im inneren Asien, in Turkestan, zu suchen ist, zutreffend sein, so wäre es ein eigenthümliches Spiel des Zufalls, dass hier heute noch die Ingenieurtechnik eine rudimentäre Ausbildung aufweist. Die Aehnlichkeit der natürlichen Verhältnisse der Länder der beiden ältesten Kulturvölker, der Babylonier und Aegypter, hat, da zwischen diesen Verhältnissen und der Gestaltung der Ingenieurtechnik eine weitgehende Wechselwirkung besteht, eine Aehnlichkeit in deren Bethätigung auf dem hier zu betrachtenden Gebiete im Gefolge gehabt. Die Ermittlungen über die Kulturverhältnisse Babyloniens und Aegyptens haben zwar bereits hochinteressante Aufschlüsse ergeben und eine staunenswerthe Entwicklung enthüllt, sie sind jedoch noch lange nicht zum Abschluss gekommen, und es ist mit Bestimmtheit eine weitere Bereicherung unserer Kenntnisse zu erwarten. Die Leistungen auf dem Gebiete der Bewässerung sind in ingenieurtechnischer Beziehung wohl für beide Länder als die hervorragendsten zu bezeichnen, und weder die Babylonier noch die Aegypter wurden hierin von einem anderen antiken Volke übertroffen. Noch wissen wir wenig über die Ausbildung des Strassen- und Brückenbaues bei beiden Völkern und doch ist anzunehmen, dass namentlich in Mesopotamien zahlreiche Brücken zur Ausführung kamen. Ueber die Hafenbauten wissen wir fast nichts und verhältnissmässig geringfügig sind die Nachrichten über die Wasserversorgungsanlagen. Von den mesopotamischen Städten der älteren Zeit vermögen wir uns kaum ein Bild zu machen und von den alten

ägyptischen Städten ist nns bisher auch nur eine sehr spärliche Kunde geworden. Nacb den bedeutenden Leistungen auf anderen Gebieten der Baukunst glaubt man, und wahrscheinlich mit Recht, schliessen zu dürfen, dass die Aegypter auch im Städteban keine unbedeutenden Schöpfungen hervorgebracht baben. Durcb den Steinreichtbum des Landes waren die Aegypter von der Natur den Babyloniern gegenüber bevorzugt, welch' letztere durch eine ausserordentliche Ausbildung der Ziegelfabrikation die Steinarmntb ihres Landes nach Möglichkeit weniger fühlbar zu macben bestrebt waren. Die Natnr kam den Bewohnern Mesopotamiens wenigstens insoweit zur Hülfe, als sie denselben einen guten Mörtel in dem Erdharze bot. Als vorläufiges Ergebniss muss die Gleichwerthigkeit der Babylonier und Aegypter hinsichtlich ihrer ingenieurtechnischen Leistungen ausgesprocben werden.

Die Mittheilungen über das antike China zeigen uns bereits jenen schweren Kampf mit den natürlichen Verhältnissen, der auch heute noch nicht zum Abschluss gekommen ist nnd vielleicht nie zu Ende kommen wird. So mühselig gewiss der Kampf der Aegypter gegen den Wüstensand war, und so viele Schwierigkeiten die Babylonier bei der Urbarmachung ibres Landes zu überwinden hatten, diese Schwierigkeiten treten dennocb znrück gegen das Problem, „Chinas Kummer“, den Hwang-hŏ, zu bändigen. Wenn auch die chinesiscben Ingenieure auf diesem Gebiete weniger glücklich waren, wie ihre babylonischen und ägyptischen Kollegen, so kann ihnen bieraus doch kaum im Hinblick auf die ganz ausserordentlicbe Grösse der Aufgabe ein Vorwurf erwachsen. Auf dem Gebiete des Wegebaues haben sie bewiesen, dass sie technische Aufgaben zu einem guten Ende zu bringen wussten. Von den Leistnngen im Strassenbau ist uns erst ein kleiner Theil näher bekannt geworden, nnd leider sind auch die bisherigen Forschungsergebnisse über den chinesiscben antiken Brückenbau äusserst dürftig. Der chinesiscbe Städtebau zeigt die gleicbe Ausbildung wie in den Tiefländern des Euphrats und Tigris sowie des Nils. Das Schablonenhafte war vorherrscbend, was übrigens dem Volkscharakter vollständig entsprechend erscheint. Im Vergleich zu den Babyloniern und Aegyptern müssen die Chinesen allerdings, wenngleich sie eine verhältnissmässig weitgehende Ausbildung in der Ingenieurtechnik aufzuweisen hatten, und ihr Verkehrswesen auf einer höheren Stufe stand, wohl zurückstehen, wenigstens insoweit sich ein solcher Vergleich auf unsere bisherigen Kenntnisse stützt.

In Indien tritt nns eine andere Form der Bewässerungsanlagen entgegen. Zwar finden wir auch in Aegypten bereits die Form des Stauweibers, wie sie aucb dem alten China nicht fremd gewesen sein soll, aber in beiden Ländern erlangte dieselbe jedenfalls zu keiner Zeit die Bedeutung wie in Indien und auf Ceylon. Ob dieses System aus einem fremden Lande zugetragen wurde, oder, was durchaus nicht unwahrscheinlich ist, hier ebenfalls erfunden wurde, muss dahingestellt bleiben. Wie sebr die Tanks den natürlichen Verhältnissen angepasst sind, geht am besten daraus hervor, dass auch die entwickelte mo-

derne Technik stets wieder zu diesem Hülfsmittel der Bewässerung in diesem Lande greift. Dieses richtige Erkennen der zu wählenden Hülfsmittel tritt uns in allen antiken Kulturländern entgegen und zeigt, wie früh der Blick der Menschen nach dieser Richtung geschärft war. Die Nachrichten über den Wegebau in Indien stammen aus einer verhältnissmässig späten Zeit. Wie solches für Babylonien und Aegypten zutrifft, so fehlen auch für Indien eingehende, genaue Angaben über die technische Beschaffenheit der Strassen. Die verhältnissmässig spärlichen Nachrichten über den Brückenbau sind insofern von grossem Interesse, als sie geeignet sind, die Anschauungen über die Entwicklung des Gewölbebaues aus der Ueberkragung zu unterstützen. Im Städtebau hatten die Inder, wie sowohl die Ueberreste in Indien selbst als auch auf Ceylon erkennen lassen, bedeutende Leistungen aufzuweisen. Diese Stadtanlagen standen jedenfalls auf einer höheren Stufe, wie die betreffenden Schöpfungen der Chinesen. Während eine Anzahl Städte der Babylonier und Chinesen von zahlreichen Kanälen durchzogen waren, legten die Inder und insbesondere die Singalesen zahlreiche Teiche sowohl im Innern der Städte wie in der nächsten Umgebung an, und beeinflussten hierdurch das Stadtbild in malerischer Beziehung sehr günstig. Wie diese Teiche (Pokunas) im einzelnen für die städtische Wasserversorgung ausgenutzt wurden, ist bis jetzt nicht festzustellen, doch dürfte es sicher sein, dass ihre Ausnutzung zu diesem Zwecke stattfand.

Eine Beeinflussung anderer Völker als der Singalesen durch die Inder ist bisher nicht bekannt. Wenn dieselben in dieser Beziehung zwar den Chinesen, die sich vollständig von der Aussenwelt abschlossen, überlegen waren, so stehen sie doch weit gegen die Babylonier und Aegypter zurück, welche auf eine Reihe von Völkerschaften einen sehr weit reichenden Einfluss, auch auf ingenieurtechnischem Gebiete ausübten.

Ob das zwischen Babylonien und Indien liegende Persien durch ersteres beeinflusst wurde, oder ob ihm die Kultur vom inneren Asien aus zugetragen wurde, wie es wenigstens hinsichtlich der Irrigationskunst nicht ausgeschlossen erscheint, muss dahingestellt bleiben. Die Perser erhoben sich in der Folgezeit, wie in der Architektur so auch in der Ingenieurtechnik auf eine höhere Stufe und die letztere verdankte ihnen eine nicht unwesentliche Förderung. Die Bewässerungsanlagen nahmen durch die, wahrscheinlich aus Centralasien stammende Form der Kerises eine eigenartige Gestaltung an, welche, wie die Kanäle Babyloniens oder die Stauteiche Indiens, ein Produkt der natürlichen Verhältnisse war. Während in ihrem Brückenbau, wenigstens so weit einzelne der hervorragendsten Schöpfungen in diesem Zweige in Betracht kommen, der römische Einfluss eine mafsgebende Rolle gespielt hat, haben sie andererseits ausserordentlich viel zur Ausbildung des Strassenverkehrs beigetragen und eine merkbare Wirkung auf die römischen Verhältnisse ausgeübt, und somit sie ein Verdienst um die allgemeine Förderung der Technik erworben.

Den grössten Gegensatz zu den Chinesen bildeten die Phönizier, welche für die Verbreitung technischer Kenntnisse ausserordentlich viel thaten. Spuren der eignen Thätigkeit dieses Volks sind auf dem Gebiete der Bewässerungsanlagen, der Strassenbauten, des Hafenbaues und der Wasserversorgung erhalten geblieben, und wenn diese Ueberreste zum Theil auch nur wenig umfangreich sind, so stammen sie doch von Schöpfungen, die einst hochbedeutsam waren. Das gesammte Syrien weist hervorragende Bauten auf, die leider erst zum Theil erforscht sind und noch eine grosse Reihe ungelöster Räthsel aufgeben. Den Syrern muss unbedingt eine hohe Stellung in dem Entwicklungsgang der Ingenieurtechnik angewiesen werden. Die von Aegypten und Babylonien aus zugetragene Kultur hat von hier aus ihren weiteren Vormarsch nach dem Westen angetreten, zu jenen Völkern, die im Altertbum die Ingenieurtechnik zu der grössten Entfaltung gebracht haben, zu den Griechen und Römern. In einem Theile Syriens hat sich in der späteren Zeit aller Wahrscheinlichkeit nach der Einfluss eines Volkes geltend gemacht, das einst seine Heimath im Süden, in Arabien, gehabt haben dürfte. Letzteres, bisher der Forschung nur zu einem kleinen Theil erschlossene Land besitzt gewiss noch manches Bauobjekt, dessen Kenntniss für die Geschichte der antiken Ingenieurtechnik von grossem Interesse und Werth ist. Der Damm von Marib ist sicherlich nicht das einzige Objekt dieser Art, finden sich doch auch in dem Wadi Thammud und bei El-Hassid antike kyklopische Dämme. Der Damm in dem erstgenannten Wadi ist nicht sehr hoch und liegt nahe an dem gewöhnlichen Weg nach Medina. Der Damm von El-Hassid, der den Namen Benin el-Bint (des Mädchens Bauwerk) trägt, ist pyramidenförmig, in zurückweichenden Lagen von kolossalen Blöcken erbaut. In jeder Lage sind Oeffnungen zwischen den Steinblöcken gelassen, um als Schleusen zu dienen, die nach und nach bei sinkendem Wasserstande geöffnet werden konnten. (Khaibar in Arabien von **Doughty**, Globus, Bd. 40.) Die Aehnlichkeit mit dem Damm von Marib ist unverkennbar. Die alte arabische Geographie Kitáb el-buldân spricht von einem Damm, den König As 'ad zwischen zwei Bergen ausgeführt hat und der eine Merkwürdigkeit der Gegend von San'â war. Vielleicht gelingt es einst der Forschung darzuthun, wie sich allmählich von Aegypten über Arabien nach Indien die Kenntniss dieser Stauweiheranlagen verpflanzte. Oder sollte auch hier dieselbe Form sich unabhängig in verschiedenen Ländern entwickelt haben? Es kann ziemlich sicher angenommen werden, dass ein Jahrhundert später unsere Kenntnisse über Arabien eine ungewöhnliche Bereicherung erfahren haben werden.

Wie, Dank dem an Erfolgen überaus reichen modernen Forschungseifer, sich die Kenntniss der babylonischen und ägyptischen Kultur in immer weiter zurückliegende Jahrhunderte, ja Jahrtausende erstreckt, so schiebt sich auch die Grenze der griechischen Geschichte ständig in entlegenere Zeitperioden. Noch hat sich zwar der Schleier nicht gehoben, um uns die Thätigkeit der Minyer vollständig zu enthüllen, aber die Zahl der Werke, welche wir

diesem Volke zuschreiben können, nimmt mehr und mehr zu. Auf dem Gebiete der Ingenieurtechnik knüpft auch hier die Geschichte an Bewässerungsanlagen an. Im Zusammenhang mit diesen tauchen uralte Befestigungsanlagen auf, und allmählich erlangen wir Kenntniss von Strassenbauten, Hafenwerken und Wasserversorgungsanlagen.

Von den Phöniziern in der Ingenieurtechnik unterwiesen, überboten die Griechen, von der Natur mit einer hervorragenden Befähigung für alle Zweige der Baukunst begabt, bald ihre Lehrmeister in der Fertigkeit, technische Anlagen aller Art zu schaffen. Im Strassen- und Brückenbau, Hafenbau, Städtebau und auf dem Gebiete der städtischen Wasserversorgung brachten sie Werke hervor, welche mit den bis dahin geschaffenen Bauten dieser Gattungen kühn in Wettbewerb treten konnten. In den natürlichen Verhältnissen war es begründet, dass in der Irrigationskunst andere Völker, in erster Linie die Babylonier und Aegypter Werke schufen, die in ihrer Grossartigkeit denen der Hellenen überlegen waren. Betrachtet man jedoch im Zusammenhang die Leistungen der Griechen in den übrigen Zweigen der Ingenieurtechnik und erinnert sich der eigenartigen Ausbildung des Wegebaues, der bedeutenden Hafenanlagen, der zahlreichen Stadtgründungen mit ihrer zum Theil hohen künstlerischen Ausgestaltung, die auch in technischer Beziehung nicht gegen die betreffenden Leistungen der bisher betrachteten Völker zurückstanden und denkt man ferner an die weitgehende technische Durchbildung, welche den Wasserversorgungsanlagen zu Theil wurde, so erscheint es durchaus gerechtfertigt, die Hellenen als das überlegenere Volk zu bezeichnen. Es erübrigt nur zu untersuchen, ob den Hellenen auch den Römern gegenüber diese bevorzugte Stellung angewiesen werden kann oder nicht. Nur von diesen beiden Völkern kennen wir bisher genauer Werke aller Gattungen der Ingenieurtechnik. Schon hierdurch müssen die übrigen Völker gegen die Griechen und Römer bei einem Vergleiche in den Hintergrund treten. Aber es ist nicht nur der Umfang der in ihren Ruinen auf uns gekommenen und uns auch bereits bekannt gewordenen Werke, welche Griechen und Römern den übrigen Völkern gegenüber den Vorrang zuerkennen lässt, sondern ihre Leistungen, im Grossen und Ganzen betrachtet, sind auch durch die technische Ausgestaltung als die vollendeteren zu bezeichnen. Wenn beide Völker, als die später auf die Weltbühne tretenden, den grossen Vortheil hatten, die Errungenschaften ihrer Vorgänger übernehmen zu können, so kann ihnen doch nicht das Verdienst abgesprochen werden, sich nicht mit dem Ueberkommenen begnügt zu haben. Beide Völker waren mit allen Kräften bestrebt, das Ererbte weiter auszubilden und zu vervollkommnen. Allerdings gestattet der heutige Stand der Forschung noch keineswegs mit absoluter Sicherheit eine Entscheidung der Frage „was wurde dem einen Volke von dem anderen zugetragen und was hat ein Volk selbständig geschaffen und ausgebildet?“ Die Geschichte der Ingenieurtechnik weist noch eine grosse Anzahl Lücken auf, und ihre Darstellung muss schon aus diesem Grunde vielfach als eine

sprunghafte erscheinen. Bei einer Schilderung der Leistungen des einen Volkes ist in vielen Fällen nicht ohne Weiteres eine Bezugnahme auf die Werke der anderen Völker möglich. Für die richtige Bewerthung der Leistungen der verschiedenen Völker würde eine sichere Antwort auf manche Frage nach dem Ursprung einer Konstruktion oder einer Ausführungsweise von nicht geringem Werthe sein. Die Untersuchung dieser gegenseitigen Beeinflussung der Völker im Einzelnen ist ein schwieriges Unternehmen, welches bisher nur in vereinzelten Fällen zu einer bestimmten Lösung geführt hat. So hat Strzygowsky in dem Werke über die Byzantinischen Wasserbehälter von Konstantinopel dargethan, wie unter Valens die Wasserbaukunst Syriens nach Neu-Rom verpflanzt wurde. Die den römischen Traditionen entsprechenden Mittel, welche eine Wasseraufspeicherung in grossem Mafsstabe nicht kannten, versagten in diesem Falle. Um für die trockene Sommer- und Herbstzeit das erforderliche Wasserquantum zu besitzen, war es nöthig, das im Winter reichlich zuströmende Wasser aufzuspeichern. Syrische Ingenieure riethen, da sich der römische Piscinenbau als unzulänglich erwies, zur Anlage offener Teiche, wie sie ihrem Heimathlande eigen waren. Es entstanden die Teiche des Stadtpräfekten Modestus und des Patriciers Aëtius. Diese Bauweise, welche den natürlichen Verhältnissen angepasst war, erhielt sich hier bis auf die Zeiten Justinians. Eine andere Bauanlage, die Säulencisterne, fand von Alexandria aus Eingang in Byzanz.

Ein Vergleich der Leistungen der einzelnen Völker auf dem Gebiete der Mechanik kann bei der Dürftigkeit des Materials zur Zeit nicht ausgeführt werden. Die Ueberlegenheit der Griechen, in erster Linie durch des Archimedes Thätigkeit hervorgerufen, tritt ohne weiteres klar hervor. Reichhaltiger ist das Material zu einem Vergleiche der Leistungen in der angewandten Mathematik, in dem Vermessungswesen. Nach den überkommenen Nachrichten ist man zunächst geneigt, die Aegypter als das den Babyloniern in dieser Beziehung überlegene Volk zu bezeichnen. Es ist jedoch anzunehmen, dass die fortschreitende Forschung die Gleichwerthigkeit beider Völker auch in dieser Beziehung darthun wird.

In dem mathematischen Handbuch des Ahmes liegt das älteste Lehrbuch der Feldmesskunst vor. Der Anfang dieses Werkes hat es ermöglicht, die Zeit seiner Abfassung ziemlich genau zu bestimmen, und zwar ist dasselbe hiernach in der Zeit des Hiksokönigs Apepa entstanden (zu datiren 2000—1700 v. Chr.); dass dieses Buch jedoch nicht das älteste Lehrbuch dieser Art überhaupt war, geht daraus hervor, dass Ahmes selbst sich in der Einleitung darauf beruft, nach dem Muster älterer Schriften gearbeitet zu haben. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese älteren Schriften bereits unter dem König Amenemah III. (2300 v. Chr.) aus der XII. Dynastie verfasst wurden. Von dem Inhalt des Werkes eines Ahmes interessirt hier nur „Die Vorschrift zu berechnen Felder". Hierauf nehmen eine Anzahl Beispiele Bezug, in welchen

die Berechnung des Flächenraumes von Feldstücken, deren einschliessende Seiten gegeben sind, gezeigt ist. Es ist das dieselbe Methode, welche auch in Babylonien zur Anwendung kam, für welches Land bereits aus der Zeit des Chammu-ragas (2000 v. Chr.), d. h. also für etwa den gleichen Zeitraum Grundstücksvermessungen nachweisbar sind.

Die Feldstücke, welche nach Cantor, Ahmes ausmessen lässt, sind gradlinig oder kreisförmig begrenzt, und die ihrer Genauigkeit nach nicht ganz aus freier Hand, sondern mit Benutzung eines Lineals aber ohne Zirkel angefertigten Figuren lassen deutlich erkennen, dass an gradlinigen Figuren nur gleichschenkelige Dreiecke, Rechtecke und gleichschenkelige Paralleltrapeze in Betracht gezogen werden sollten. Auch der Versuch zur Berechnung des Rauminhalts von Fruchtspeichern und somit zur Bestimmung ihres Fassungsvermögens ist in dem Lehrbuch des Ahmes angestellt. Diese Lehren haben sich, trotzdem sie nicht mathematisch genau richtige Resultate ergeben, infolge ihrer bequemen Handhabung einen ungemein langen Zeitraum hindurch erhalten und liegen noch den Inschriften des Tempels des Horus zu Edfu in Oberägypten zu Grunde. Letztere Inschriften beziehen sich auf den Grundbesitz der Priesterschaft dieses Tempels und seiner Vermessung. Diese, bereits in dem II. Kapitel erwähnte Urkunde nimmt Bezug auf eine Schenkung des Königs Ptolemäus XI., Alexander I., und somit wurden diese Messungen um das Jahr 100 v. Chr. vorgenommen. Cantor weist darauf hin, wie somit die Praxis der Feldmessung sich an den altherkömmlichen Formeln genügen liess, trotzdem zu diesem Zeitpunkte eine durch die Thätigkeit der Griechen weit vorgeschrittene theoretische Geometrie vorhanden war. In dem vorliegenden Fall kommt es allerdings lediglich auf die Frage an, ob diese nicht bestreitbare, weitvorgeschrittene Entwicklung der griechischen Geometrie den praktischen Verhältnissen und somit der Feldmesskunst zu Nutzen gekommen ist. Aristoteles zum Beispiel konstruirt einen scharfen Gegensatz zwischen der Feldmesskunst und der wissenschaftlichen Raumlehre und dieser Gegensatz scheint, wie Cantor hervorhebt, auch bei Euklid vorhanden gewesen zu sein. Cantor ist jedoch nicht der im II. Kapitel dieses Werkes ausgesprochenen Ansicht, dass die Griechen hinsichtlich der Flächenberechnung nicht vorgeschritten gewesen seien und dass die Anweisungen zur Flächenberechnung des Heron von Alexandrien ausschliesslich auf ägyptischen Vorbildern beruht haben und somit einen Fortschritt nicht bedeuteten. Derselbe weist vielmehr nach, dass durch einen Griechen in jenem Lande, welches den Anstoss zur Ausbildung der griechischen Mathematik gegeben hat, der praktischen Verwendung dieser Wissenschaft, wie sie sich in der Feldmesskunst darstellt, eine die ägyptische Ausbildung übertreffende Gestaltung gegeben wurde. Wenn hier die Leistungen der griechischen Geometer, eines Thales (624—548 v. Chr.), Pythagoras (540—500 v. Chr.), Plato (429—348 v. Chr.), Aristoteles (384—322 v. Chr.), Euklid (300 v. Chr.), Archimedes (287—212 v. Chr.), Eratosthenes (276—194 v. Chr.) und Apolo-

nius von Pergae (200 v. Chr.) nicht weiter Erwähnung finden, so geschieht dies, weil dieselben in der That unmittelbar wohl nichts oder nur sehr wenig für die Fortbildung der Feldmesskunst beigetragen haben. Allerdings ist es nicht ausgeschlossen, dass sich vielleicht ein Schüler des Aristoteles, Namens Dikaearchus bereits der Dioptra bedient hat, auch hat Euklid einige Lehren über Aufgaben der Feldmesskunst gegeben, und Eratosthenes die erste Gradmessung ausgeführt, indessen kommen diese Leistungen praktisch kaum in Betracht.

Cantor glaubt, dass Heron von Alexandria (120 v. Chr.), der Schüler des Ktesibios, wahrscheinlich auf Veranlassung des ägyptischen Herrschers ein Lehrbuch der Feldmessung verfasst habe, das bestimmt war, die alten Vorschriften, deren Zugrundelegung auch noch zur Zeit der Abfassung der Tempelinschrift von Edfu sicher ist, zu verdrängen und durch bessere zu ersetzen. Die hohe Vollendung des Werkes Herons über die Feldmesskunst lässt dem genannten Schriftsteller die Vermuthung als zutreffend erscheinen, dass jener bei der Abfassung seines Werkes sich auf allerdings bisher nicht bekannte Vorgänger gestützt haben wird. Cantor schreibt: „Wir stellen uns damit keineswegs in Widerspruch zu unserer früheren Behauptung, das Werk des Heron sei nothwendig gewesen, um mit dem alten Schlendrian vererbter Unzulänglichkeit aufzuräumen. Wir leugnen nicht das Ueberragen Herons über seine Vorgänger, wenn wir an Vorgänger glauben. Es gab Feldmesser Jahrtausende vor Heron in Aegypten, Seilspanner, Harpedonapten, wie der alte Grieche sie nannte. Sie müssen gewisse Vorschriften, wie man zu verfahren habe, unter sich vererbt haben. Ihr Erbe muss auf Heron gelangt sein. Ohne Zweifel hat er auch in diesem praktischen Theile es an wesentlichen Verbesserungen nicht fehlen lassen. Ihm, wenn er nicht in Dikaearch und Eratosthenes Vorgänger hatte, ist vielleicht die Erfindung der Dioptra zuzuschreiben, während man früher mit mangelhaften Vorrichtungen sich begnügte, als Vorrichtungen hatte man z. B. den sogenannten Stern, und deren Gebrauch muss, wir wiederholen es, eine ältere, mündlich oder schriftlich überlieferte Feldmesskunst gelehrt haben."

Die Dioptra ist der Vorläufer des heutigen Theodoliths, sie ermöglichte neben Nivellirungen, Absteckungen einer Graden zwischen zwei Punkten, deren keiner von dem andern gesehen werden kann, Bestimmung der Entfernung eines sichtbaren, aber unzugänglichen Punktes, Auffindung der Breite eines Flusses, ohne ihn zu überschreiten, Auffindung der Entfernung zweier Punkte, die beide sichtbar aber unzugänglich sind, Absteckung einer Senkrechten zu einer unzugänglichen Graden in einem unzugänglichen Punkte derselben, Bestimmung der Höhe eines entfernten Punktes über dem Standpunkte des Beobachters, Aufnahme eines Feldes, Wiederherstellung der mit Ausnahme von 2 oder 3 durch Grenzsteine gesicherter Punkte verloren gegangenen Umfriedigung eines Feldstücks unter Anwendung des vorhandenen Plans etc.

Wenn hier auf diesen Gegenstand näher eingegangen wird, so geschieht dies, weil die Wirksamkeit eines Heron für die Frage, welches Volk des Alterthums die Feldmesskunst zur höchsten Vollendung brachte, von grosser Bedeutung ist. Trotz mancher Abhängigkeit Herons von altägyptischen Formgewohnheiten, die zum Theil durch das Erforderniss einer Anpassung an die Forderungen der Praxis veranlasst worden sein mögen, sieht Cantor in ihm den Hauptvertreter antiker Feldmesskunst und Feldmesswissenschaft, wobei er unter dem ersteren Wort die Lehre von den eigentlichen feldmesserischen Operationen, unter letzterem die von den anzuwendenden Formeln versteht.

Wenn auch das Vorhandensein einer altitalischen Geometrie und die Ausübung der Gromatik durch die Römer in frühen Zeiten von Cantor keineswegs bestritten wird, so ist er doch der Ansicht, dass die Feldmesskunst bei den Römern ihre Blütheperiode der Wirksamkeit griechischer Gelehrten und namentlich der erfolgreichen Thätigkeit eines Heron zu verdanken hatte. Zur Zeit des genannten Mathematikers war Griechenland bereits als Staat von der Bildfläche verschwunden, immerhin erscheint es vielleicht nicht unberechtigt anzuerkennen, dass nicht römischer, sondern griechischer Geist es war, welcher das römische Vermessungswesen eine so hohe Stufe der Ausbildung erklimmen liess, erscheinen doch die hervorragendsten Vertreter der römischen Feldmesskunst, Frontinus, Hyginus, Balbus, Nipsus, Epaphroditus, Vitruvius Rufus, d. h. die Agrimensoren, gleichsam als Schüler eines Heron. In der Feldmesswissenschaft gebührt sonach den Griechen der Vorrang vor den Römern, in der praktischen Ausgestaltung des Vermessungswesens wurden dagegen die Römer von keinem anderen antiken Volke übertroffen.

In dem Folgenden ist der Versuch gemacht, darzulegen, welches der beiden Völker in den übrigen Zweigen der Ingenieurtechnik dem anderen überlegen war.

Zu den bemerkenswerthesten Schöpfungen der Römer auf dem Gebiete der Entwässerungsanlagen gehören ohne Zweifel die Emissare des Albaner und Fuciner Sees. Den Hauptobjekten dieser beiden Bauansführungen, den Tunneln, reihen sich verschiedene, zu Wasserversorgungszwecken geschaffene Anlagen dieser Art, so der Tunnel von Saldae an. Als Vergleichsobjekte sind hier die viel früher geschaffenen griechischen Tunnel, die Stollenbauten zu Samos, Athen und Syrakus heranzuziehen. Von den sämmtlichen genannten Werken können die Mehrzahl als Musteranlagen nicht bezeichnet werden, vielmehr lassen sie deutlich erkennen, dass die Ingenieurtechnik noch nicht mit Sicherheit die ihr gestellten Aufgaben zu lösen vermochte. Immerhin lassen jedoch die römischen Tunnelbauten eine grössere Sicherheit in der Festlegung der Tunnelsohle erkennen als die griechischen, und selbst die Abweichungen des Emissars des Fuciner Sees erscheinen geringfügig gegen die am Tunnel des Eupalinos erforderlich gewesenen Ausgleichungsarbeiten, die einen grossen

Arbeitsaufwand und somit bedeutende Kosten bedingten. Es erscheint hiernach gerechtfertigt, einen Fortschritt der Tunnelbaukunst durch die Thätigkeit der Römer anzuerkennen und letztere als das den Griechen überlegenere Volk zu bezeichnen. Im Kanalbau dürften dagegen die Griechen jedenfalls als ebenbürtig, wenn nicht als überlegen zu bezeichnen sein, denn griechischem Einfluss ist das bedeutendste Kanalunternehmen des Alterthums, die definitive Herstellung eines Kanals zur Verbindung des Rothen und des Mittelländischen Meeres unter den Ptolemäern zu danken.

Ueber die Leistungen des Alterthums auf dem Gebiete des Strombaues fehlt uns bis jetzt eine tiefer in die Materie eindringende Kunde, wenigstens insoweit sie sich auf Stromregulirungen bezieht. Wir wissen zwar von einer grösseren Anzahl Arbeiten, welche darauf gerichtet waren die Flussmündungen verschiedener Ströme den Schifffahrtszwecken zu erhalten oder zu erschliessen, diese Arbeiten bestanden jedoch ausnahmslos in der Herstellung von Seitenkanälen, liessen also das eigentlich zu verbessernde Objekt aus dem Spiele. Der Vergleich muss sich daher auf die Frage beschränken, welches der beiden Völker die grösseren und schwierigeren Arbeiten zur guten Ausführung brachte. Den Leistungen der Griechen am Euphrat, am Selinus und an der Gonusa stehen die Arbeiten an dem Tiber, an der Rhône, dem Rhein und an der Donau gegenüber. Von diesen Flüssen war es in erster Linie erklärlicherweise der Tiber, der Schauplatz der Thätigkeit der curatores Tiberis, dem die Hauptaufmerksamkeit zugewandt wurde. Auf diesem Gebiete dürfte den Römern der Vorrang zuzusprechen sein.

Die Ueberlegenheit der Römer im Strassen- und Brückenbau tritt durch die glänzenden Leistungen in beiden Zweigen der Ingenieurtechnik so augenscheinlich hervor, dass es nicht erforderlich sein dürfte, hierauf näher einzugehen.

Am Schlusse des Kapitels über die Hafenbauten ist der Ansicht Ausdruck gegeben worden, dass es gerechtfertigt sein dürfte, den Griechen den ersten Platz auf dem Gebiete des antiken Hafenbaues zuzuweisen. Es erübrigt an dieser Stelle den Nachweis zu liefern, dass thatsächlich die Griechen den Römern überlegen waren. Die Natur hatte die Hellenen durch die Gestaltung ihres Landes ganz ausserordentlich den Römern gegenüber bevorzugt. Als ein Verdienst der Griechen muss der ausserordentliche Scharfsinn betrachtet werden, mit welchem dieses Volk überall die von der Natur gebotenen Verhältnisse auszunutzen verstand. Sowohl Cnidus wie Alexandria legten den Beweis ab, dass die Griechen durch verhältnissmässig einfache Mittel es verstanden, unter geschickter Benutzung des von der Natur Gebotenen, umfangreiche Hafenbecken zu schaffen. Der Hafen von Seleucia Pieria entstand an einer Stelle der Küste, an welcher keinerlei Einbuchtungen dieses Unternehmen erleichterten und unterstützten. Statt wie bei Caesarea durch riesenhafte Arbeiten dem Meere einen geschützten Platz abzuringen, gruben sie innerhalb des Landes

ein Bassin. Dieser Hafenbau stammt bezeichnender Weise aus jener Epoche, in welcher auch die Griechen nicht mehr vor gewaltigen Eingriffen in die natürlichen Verhältnisse zurückschreckten. Es ist nicht anzunehmen, dass die Hellenen in einer früheren Periode sich an dieses Unternehmen herangewagt haben würden. In hohem Mafse legt jedoch auch gerade diese Schöpfung Zeugniss dafür ab, wie die Griechen die vorhandenen natürlichen Verhältnisse ihren Zwecken dienstbar zu machen und ungünstige Verhältnisse in das Gegentheil umzuwandeln verstanden. Statt die Ebene von den Bergströmen überschwemmen und durch sie ihre Werke gefährden zu lassen, machten die Griechen diese Gewässer der Erhaltung des Hafens dienstbar. Eine derartige sinnreiche Ausnutzung der Naturkräfte durch die Römer ist bisher nicht bekannt geworden. Die letzteren gingen mit bewunderungswerthem Muthe an schwierige Unternehmungen und ihre Zähigkeit und rücksichtslose Machtentfaltung liess sie zunächst den Sieg über die Natur davon tragen, aber dieser Sieg war nicht selten theuer erkauft. Den Römern ist in einem weit geringerem Grade das Gefühl für ein richtiges Abwägen zwischen den aufzuwendenden Mitteln und dem zu erzielenden Resultat eigen gewesen wie den Griechen. Der Hafenbau bedingt ein tieferes Eindringen in die Eigenheiten der Natur und er ist ein Gebiet auf dem ohne die weitgehendste Berücksichtigung dieser Eigenheiten gute Ergebnisse nur unter Aufbietung enormer Mittel und in manchen Fällen auch dann noch nicht zu erzielen sind. So bewunderungswerth einerseits im Einzelnen die Schöpfung Trajans an der Tibermündung war, so wenig scheint derselben andererseits das Zeugniss ausgestellt werden zu können, dass bei ihr das richtige Verhältniss zwischen den aufgewandten Mitteln und den erzielten Resultaten vorhanden war. Der Hafen des Claudius dürfte, wenn auch nicht durch die Schuld der Ingenieure, von vornherein ein verfehltes Unternehmen gewesen sein.

In der Werthschätzung der Leistungen der Griechen und Römer im Städtebau scheint sich eine Wandlung zu vollziehen, welche den Römern zu gute kommen dürfte. Während früher unbestritten den Griechen auf diesem Gebiete die Palme zuerkannt wurde und griechische Städte, in erster Linie Alexandria, als die vollkommensten Schöpfungen galten, wagen sich heute bereits Zweifler mit der Ansicht hervor, dass dieses Urtheil als ein nicht ganz zutreffendes bezeichnet werden müsse. Den Griechen muss unbedingt das Verdienst zugesprochen werden, ausserordentlich viel zur Vervollkommnung des Städtebaues beigetragen und in sehr geschickter und glücklicher Weise die Städtebauweise des Orients mit den im Laufe der Jahrhunderte sich herausgebildeten Städtebauregeln des Occidents verschmolzen und die Grundlagen für die Städtebaukunst geschaffen zu haben. So bewunderungswerth das Bild einer grossen Anzahl griechischer Schöpfungen ist, mit denselben tritt die einstige, noch in ihren Ruinen überwältigende Pracht Palmyras in ernsten Wettbewerb und lässt es jedenfalls gerechtfertigt erscheinen, die Römer als

nicht zu unterschätzende Rivalen der Griechen auf dem Gebiete des Städtebaues zu bezeichnen. Was die innere Ausgestaltung der Städte anbetrifft, so müssen die Leistungen der Griechen und Römer in dieser Beziehung gleichwerthig genannt werden.

Hinsichtlich der Wasserversorgung der Städte muss anerkannt werden, dass die Römer in sehr zielbewusster Weise vorgegangen sind und die grosse Bedeutung dieser Frage für die öffentliche Gesundheitspflege in richtiger Weise erkannt haben. Die technische Ausgestaltung einer grossen Anzahl Werke dieser Art kann, so imposant und bestechend ihr Aeusseres ist, nicht als mustergiltig bezeichnet werden. Nicht nur zeigen verschiedene Aquädukte in technischer Beziehung hinsichtlich ihrer Tracirung manche verfehlte Strecken, sondern auch vom wirthschaftlichen Standpunkte aus sind einzelne Anlagen nicht zu rechtfertigen. Der gewaltige Unterschied in dem Charakter und in der Bethätigung der Griechen und Römer tritt auf diesem Gebiete, wie auf manchen anderen in greller Weise zu Tage. Dort das feine technische Gefühl, welches die Griechen sowohl auf dem Gebiete der Architektur in so hohem Maſse auszeichnete, als sich auch in allen Zweigen der Ingenieurtechnik dokumentirte, hier das Bewusstsein der eigenen Kraft und das Bestreben alle sich entgegenstellenden Hindernisse mit Gewalt aus dem Wege zu räumen. Bei einer Abwägung der Leistungen auf dem Gebiet der Wasserversorgung neigt sich, wenn man von der Frage absieht, welches der beiden Völker die gewaltigsten und die meisten Anlagen dieser Art geschaffen hat, die Wage zu Gunsten der Griechen.

Die vorstehenden Darlegungen führen zu dem nachstehenden Schlussergebniss:

Auf dem Gebiete des Vermessungswesens gebührt, soweit dessen theoretische Ausbildung in Betracht kommt, den Griechen das Hauptverdienst, wohingegen den Römern in der Ausnutzung der Feldmesskunst der erste Platz zuzuweisen ist. Die Leistungen der Griechen und Römer können sonach als gleichwerthig bezeichnet werden. In der Ausbildung der Mechanik stehen die Griechen über den Römern. Im Tunnelbau waren die Römer den Griechen überlegen, im Kanalbau und auf dem Gebiete der Bewässerungsanlagen sind die Leistungen gleichwerthig zu nennen. Im Strombau ist den Römern der Vorrang zuzusprechen, desgleichen im Strassen- und Brückenbau. Im Hafenbau sind die Griechen als das bedeutendere Volk zu bezeichnen, in der Städtebaukunst nehmen zwar die Griechen die erste Stelle ein, doch müssen die Römer als ernste Rivalen anerkannt werden. In der sonstigen technischen Ausgestaltung der Städte sind die Leistungen der beiden Völker gleichwerthig. Im Wasserversorgungswesen ist den Griechen in technischer Beziehung die Palme zu reichen. Das aus diesen Angaben zu ziehende Resultat, kann wohl dahin zusammengefasst werden, dass die Griechen und Römer in der Ingenieurtechnik gleichwerthige Leistungen hervorgebracht haben.

Die Frage, zu welchem Zeitpunkte die Ingenieurtechnik im Alterthum ihren Höhepunkt erreichte, kann, nachdem die Griechen und Römer als diejenigen Völker bezeichnet werden mussten, welche die bedeutendsten Leistungen geschaffen haben, nur auf eine Untersuchung darüber hinauslaufen, in welcher Periode der griechischen resp. der römischen Geschichte die Ingenieurtechnik die vollendetsten Werke schuf.

Um ein Bild hierüber zu gewinnen, empfiehlt es sich die bedeutendsten Schöpfungen der Hellenen und Römer chronologisch geordnet anzuführen.

Zusammenstellung der hauptsächlichsten Ingenieurwerke der Griechen und Römer.

Griechen.	Römer resp. Etrusker.
Trockenlegung des Kopais-Sees durch die Minyer.	
Stadt- und Festungsanlagen im Becken des Kopais-Sees.	
Wasserversorgungsanlage von Mykenae.	
Brückenbauten zu Metaxadi und über den Pamisus.	Drainirungsanlagen der Campagna.
Hafenbauten zu Pylos und Methone.	Stadtanlagen, Befestigungsbauten, Strassenbauten.
Versuch zur Durchstechung der Landenge von Korinth (600 v. Chr.).	Entwässerungskanäle (Cloaca maxima).
Hafenbau zu Samos unter Polykrates (540—523 v. Chr.)	Servianische Mauer. (Servius Tullius, 578—534 v. Chr.)
Wasserleitung von Samos; 6. Jahrh. v. Chr.	Brückenbauten.
Heilige Strassen. Pisistratiden (538—514 v. Chr.).	
Wasserleitung des Pisistratos in Athen, 6. Jahrh. v. Chr.	
Wasserleitung zu Akragas, unter Theron (489—472 v. Chr.) erbaut.	
Wasserleitung von Megara, unter Theagenes erbaut.	
Crimitiwasserleitung zu Syrakus unter Gelon (491—477 v. Chr.) erbaut.	
Hafenanlagen zu Syrakus.	
Hafenanlagen im Piraeus, unter Perikles (469—429 v. Chr.) begonnen.	
Hafenstadt Piraeus, entworfen von Hippodamos aus Milet (geb. 475 v. Chr.).	

Griechen.	Römer.
Entwässerung der Sümpfe von Selinunt (450 v. Chr.).	
Damm- und Brückenbauten bei Euböa (415 v. Chr).	
Wasserleitung von Patara?	Emissar des Albaner Sees (396 v. Chr.).
Festungsanlagen von Messene, begonnen 371 v. Chr.	
Zeughaus des Philon (347—330 v. Chr.).	
Hafen von Alexandria (Alexander der Grosse, 335—323 v. Chr.).	
Pilgerhafen zu Ephesus.	Via Appia (312 v. Chr.).
	Aqua Appia (311 v. Chr.).
Leuchtthurm von Alexandria (283 v. Chr.).	
Kanal zwischen dem Mittelländischen und Rothen Meer. (Ptolemäus Philadelphus, 285—247 v. Chr.).	
Hafen zu Seleucia Pieria (307—261 v. Chr.).	
	Anio vetus (271 v. Chr.).
Antiochia (Antiochus der Grosse, 222—187 v. Chr.).	Hafenbau zu Tarraco (218 v. Chr.).
Wasserleitung von Antiochia, Seleuciden (307—64 v. Chr.).	Pflasterungsarbeiten zu Rom (197—174 v. Chr.).
	Emporium in Rom (194 v. Chr.).
Pergamon (Eumenes II, 197—159 v. Chr.).	Navalien (Hermodorus aus Salamis).
Wasserleitung von Pergamon aus der Königszeit (Eumenes II.).	

Römer.

Drainirungsarbeiten in den Pontinischen Sümpfen (160 v. Chr.).
Aqua Marcia (145 v. Chr.).
Pons Aemilius (142 v. Chr.).
Aqua Tepula (126 v. Chr.).
Trockenlegung der Niederung von Placentia (109 v. Chr.).
Herstellung der fossa Mariana (gegen 101 v. Chr.).
Alatri, Wasserleitung (100 v. Chr.).
Pons Fabricius (62 v. Chr.).
Cäsars Rheinbrücke (59 v. Chr.).
Portus Julius (36 v. Chr.).
Aqua Julia (34 v. Chr.).
Aqua Virgo (21 v. Chr.).

Römer.

Aqua Alsietina (19 v. Chr.).
Pont du Gard (18 v. Chr.).
Deichbauten am Rhein (13 v. Chr. — 47 n. Chr.).
Hafenbauten bei Caesarea (vollendet 9 v. Chr.).

Pons Molvius, Brücke zu Narni, Brücke über die Marecchia — unter Augustus (31 v. Chr. — 14 n. Chr.) erbaut, resp. begonnen.

Wasserleitung zu Metz (Augustus ?).
Wasserleitung zu Lyon.
Aquädukt von Tarragona, Anfang der Kaiserzeit.
Strassenbauten unter Augustus.
Brücke zu Rimini, unter Tiberius (14 —37 n. Chr.) vollendet.
Strassenbauten unter Tiberius (Tiberius-Strasse).
Brücke von Saintes, unter Tiberius begonnen.
Strassenbauten in Dalmatien, Bosnien und in der Hercegovina (47 und 48 n. Chr.).
Aqua Claudia (50 n. Chr.).
Emissar des Fuciner Sees (54 n. Chr.).
Hafenanlagen des Claudius an der Tibermündung.
Leitung des Mont Pilat.
Versuch der Durchstechung der Landenge von Korinth (gegen 60 n. Chr.).
Strassenbauten unter Vespasian (69—79 n. Chr.).
Strassenbauten unter Domitian (81—96 n. Chr.).
Strassenbauten unter Nerva (96—98 n. Chr.).

Unter Trajan (98—117 n. Chr.) kamen zur Ausführung:

Hafen an der Tibermündung, bei Centumcellae, bei Ancona.
Strassenbauten (Trajans-Strasse).
Aquädukt von Rom (Trajana),
„ „ Segovia,
„ „ Selinus,
„ „ Sinope,
„ „ Nicomedia.
Brücke zu Merida,
„ „ Terni,
„ „ Salamanca (98 n. Chr.).
„ „ Alcantara (98—106 n. Chr.).
Donaubrücke (103 n. Chr.).
Wasserleitung von Alexandria-Troas (Herodes Atticus).

Unter Hadrian (117—138 n. Chr.) kamen zur Ausführung:

Ausgestaltung von Palmyra.
Wasserleitung von Karthago.
Strassenbauten.
Pons Aelius (136 n. Chr.).

Brücke über den Teverone (147 n. Chr.).
Via Antoniniana, erbaut unter Antoninus (Marc-Aurel, 161—180 n. Chr.).
Römerbrücke bei Kiakhta (200 n. Chr.).
Aqua Severiana, unter Alexander Severus (222—235 n. Chr.) erbaut.
Ausgestaltung von Antiochia, unter Gallien (253—268 n. Chr.)?
Aurelianische Mauer zu Rom (Aurelian und Probus, 270—282 n. Chr.).
Entwässerungskanäle der sirmischen Ebene, unter Probus (276—282 n. Chr.) ausgeführt.

Hafen zu Seleucia Pieria, unter Diocletian (284—305 n. Chr.) vertieft.

Wasserleitung von Arcueil, unter Posthumus oder Konstantin Chlorus (305—306 n. Chr.) erbaut.

Unter Konstantin (306—337 n. Chr.) wurden erbaut:

Wasserversorgungsanlagen von Konstantinopel.

Wasserleitung von Arelatum.

Steinerne Brücke zu Köln?

Aquädukt des Valens (368 n. Chr.) in Konstantinopel.

Die vorstehende Zusammenstellnng lässt erkennen, dass das fünfte und vierte Jahrhundert manche der bedeutenderen Schöpfungen der Griechen entstehen liess, aber auch im dritten Jahrhundert wurden einzelne der Meisterwerke der Hellenen geschaffen; das zweite Jahrhundert brachte die wunderbare Gestaltung von Pergamon und aller Wahrscheinlichkeit nach die berühmte Hochdruckleitung der Burg daselbst hervor. Es ist ausserordentlich schwer, einen bestimmt umgrenzten Zeitraum herauszugreifen, der mit Recht als der Höhepunkt der griechischen Ingenieurtechnik bezeichnet werden kann. Um diese Entscheidung treffen zu können, bedarf es eines weiteren eingehenden Studiums, auf Grundlage eines ausgedehnteren Materials als es zur Zeit möglich war in dem vorliegenden Werke zusammenzutragen. Infolge unserer bereits weiter vorgeschrittenen Kenntniss der Bauthätigkeit der Römer ist hier eine engere Umgrenzung der Periode der höchsten Blüthe der römischen Ingenieurtechnik eher ausführbar. Hier tritt besonders die Zeit Trajans hervor, unter dessen Regierung sowohl im Strassenbauwesen wie im Brückenbau, im Hafenbau wie auf dem Gebiet der Wasserversorgung Werke entstanden, die zu den bedeutendsten Schöpfungen der Römer überhaupt gehörten und von keinen anderen übertroffen wurden. Dabei war die Zahl der unter Kaiser Trajan entstandenen Werke eine ungemein grosse, sodass es wohl gerechtfertigt erscheint, dessen Regierungszeit als den Kulminationspunkt zu bezeichnen.
Es ist ein erfreulicher Zufall, dass unter einem Herrscher, der auch in anderer Beziehung einer der trefflichsten Kaiser des römischen Weltreiches war, ein Höhepunkt der antiken Ingenieurtechnik erreicht wurde.

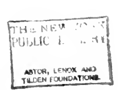
Namen- und Sachregister.

Die Schriftstellernamen sind durch gesperrten Druck hervorgehoben.



MARE CASPIUM (Hyrcanum)
PONTUS EUXINUS
Byzantium
Nicomedia
Sardes
Tarsus
ANTIOCHIA
Palmyra
Damascus
ALEXANDRIA
Memphis
Arabia Petraea
Thebae
Babylon
Susa
Persepolis
I. Gruppe: Route Rom - Afrika.
II. ,, : ,, ,, - Asien.
III. ,, : ,, ,, - Donau-Byzantium.
IV. ,, : ,, ,, - Hispanien.
V. ,, : ,, ,, - Gallien, Germanien und Britannien.

…r in Berlin N.



Druck der Königl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

